



Emise kontaminantů při praní textilií

Bakalářská práce

Studijní

program: B3107 – Textil

Studijní obor: 3107R007 – Textilní marketing

Autor práce: **Pavel Koliáš**

Vedoucí práce: prof. Ing. Jakub Wiener, Ph.D.





Emission of contaminants during washing textiles

Bachelor thesis

Study

programme:

B3107 – Textil

Study branch:

3107R007 – Textile marketing - textile marketing

Author:

Pavel Koliáš

Supervisor:

prof. Ing. Jakub Wiener, Ph.D.





Zadání bakalářské práce

Emise kontaminantů při praní textilií

Jméno a příjmení: **Pavel Koliáš**
Osobní číslo: T15000470
Studijní program: B3107 Textil
Studijní obor: Textilní marketing
Zadávací katedra: Katedra hodnocení textilií
Akademický rok: **2018/2019**

Zásady pro vypracování:

- 1) Rešerše na téma ekologických problémů při praní textilií
- 2) Připravte řadu vzorků oděvů od různých výrobců a s různou dobou užívání při zachování stejného charakteru testovaných výrobků
- 3) Vzorky textilií vystavte simulovanému praní, sledujte množství rozpuštěných a nerozpustných kontaminantů uvolněných z textilních vzorků při praní
- 4) Diskutujte ekologické aspekty kontaminace vody praním textilií

Rozsah pracovní zprávy:

30 – 40 stran

Forma zpracování práce:

tištěná/elektronická



Seznam odborné literatury:

- 1) WIESMANN, Udo, In Su CHOI a Eva-Maria DOMBROWSKI. Fundamentals of biological wastewater treatment [online]. Hoboken, N.J.: Wiley-VCH, c2007 [cit. 2019-03-20]. ISBN 978-3-527-31219-1.
- 2) DERRICK, Michele R., Dusan STULIK a James M. LANDRY. Infrared spectroscopy in conservation science [online]. Los Angeles: Getty Conservation Institute, c1999 [cit. 2019-03-20]. ISBN 08-923-6469-6.
- 3) ALTMANN, Vlastimil. Odpadové hospodářství. Ostrava: VŠB-Technická univerzita, 1996. Phare. ISBN 80-707-8372-9.

Vedoucí práce:

prof. Ing. Jakub Wiener, Ph.D.
Katedra materiálového inženýrství

Datum zadání práce:

16. října 2018

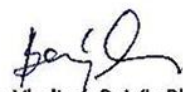
Předpokládaný termín odevzdání:

18. dubna 2019


Ing. Jana Drašarová, Ph.D.
děkanka

V Liberci 25. března 2019




doc. Ing. Vladimír Bajžík, Ph.D.
vedoucí katedry

Prohlášení

Byla jsem seznámena s tím, že na mou bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, zejména § 60 – školní dílo.

Beru na vědomí, že Technická univerzita v Liberci (TUL) nezasahuje do mých autorských práv užitím mé bakalářské práce pro vnitřní potřebu TUL.

Užiji-li bakalářskou práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědoma povinnosti informovat o této skutečnosti TUL; v tomto případě má TUL právo ode mne požadovat úhradu nákladů, které vynaložila na vytvoření díla, až do jejich skutečné výše.

Bakalářskou práci jsem vypracovala samostatně s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím mé bakalářské práce a konzultantem.

Současně čestně prohlašuji, že texty tištěné verze práce a elektronické verze práce vložené do IS STAG se shodují.

Datum: 20.3.2019

Podpis:



Poděkování

Rád bych poděkoval vedoucímu diplomové práce panu prof. Ing. Jakubu Wienerovi, Ph.D. za odborné vedení, cenné rady a připomínky. Dále děkuji paní Ing. Janě Müllerové, Ph.D. za jejich pomoc a ochotu. V neposlední řadě bych rád poděkoval své rodině a přátelům za jejich podporu po celou dobu studia.

Anotace

Bakalářská práce se zabývá uvolněnými látkami při praní, zejména hmotností, délkou vláken a obsahem vodorozpustné směsi. Seznamuje čtenáře s výskytem a vlivem mikroplastů na okolní prostředí. Obsahem druhé části je příprava vzorků podrobených procesu praní, také zachytu rozpustných a nerozpustných kontaminantů. Dále je popsán vyvinutý postup pro určení jednotlivých uvolněných látek. Porovnávají se rozdíly mezi starou a nově zakoupenou textilií, také se analyzuje změna při opakovaném praní. Nakonec se hodnotí celkový dopad na ekosystém.

KLÍČOVÁ SLOVA:

Ekologie, textilie, vlákno, praní, filtrace, textilní odpad, negativní dopad.

Annotation

The bachelor thesis deals with the released substances during washing, especially weight, fiber length and content of water-soluble mixture. It familiarizes readers with the occurrence and influence of micro plastics on the environment. The second part contains preparation of samples that were subjected to the washing process and also collection of dissolved and insoluble contaminants. Then the thesis describes a developed procedure determining individual released substances. Afterwards, there is a chapter comparing differences between old and newly purchased textiles and analyzing change behavior in repeated washing. At the end, there is indicated an evaluation of the overall ecosystem impact.

KEYWORDS:

Ecology, fabrics, fiber, washing, filtration, textile waste, negative impact.

Obsah

Úvod	12
TEORETICKÁ ČÁST.....	13
1 Ekologie	13
1.1 Co je to Ekologie.....	13
1.2 Voda	13
1.3 Odpadní vody	14
1.4 Vlákna.....	16
1.4.1 Vlákna dělíme do jednotlivých skupin.....	16
1.4.2 Základní vlastnosti vláken	17
1.4.3 Rozpad polymeru	17
1.5 Prachové částice.....	19
2 Praní	20
2.1 Mýdla.....	20
3 Filtrace.....	21
3.1 Rozdělení typů filtrů	21
3.1.1 Parametry ovlivňující vlastnosti a jakost filtru	23
3.1.2 Parametry filtrovaných částic.....	23
3.1.3 Parametry procesu filtrace.....	24
4 Infračervená spektroskopie.....	25
5 Chromatografie	27
6 Rastrová a vektorová grafika.....	28
6.1 Rastrová grafika.....	28
6.2 Vektorová grafika	29
EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST	30
7 Experimentální vzorky.....	30
7.1 Vzorky dle textilního obsahu a značky	32
8 Proces praní.....	33
9 Proces filtrace.....	34
9.1 Uvolněná hmotnost emisí	35
9.2 Délka uvolněných vláken.....	38
9.3 Uvolnění vodorozpustných látek.....	44
Závěr.....	47
Citovaná literatura	48

Seznam příloh.....	52
--------------------	----

Seznam obrázků

Obrázek 1 – Celuloza [26].....	18
Obrázek 2 – kyselina polymléčná [26]	18
Obrázek 3 – polypropylen [26].....	18
Obrázek 4 – Hloubková a plošná filtrace [25].....	21
Obrázek 5 – Druh filtrace [24]	22
Obrázek 6 – Princip Ftir spektrometru [28].....	25
Obrázek 7 – Spektrum barev [13].....	26
Obrázek 8 – IČ spektrometr Vertex Bruker 80v [35].....	26
Obrázek 9 – Rozdíl mezi rastrovou a vektorovou grafikou [35]	28
Obrázek 10 – Popis ponožky	30
Obrázek 11 – Ahiba ECO	33
Obrázek 12 – Filtrační aparatura	34
Obrázek 13 – Analytické váhy.....	35
Obrázek 14 – Sekundární nečistoty	37
Obrázek 15 – Naskenované filtry s vlákny.....	39
Obrázek 16 – Grafické spektrum vlákna a filtru	40
Obrázek 17 – Analyzovaná plocha	40
Obrázek 18 – Vady vzniklé při skenování	41
Obrázek 19 – Graf uvolnění směsi vzorku 111	44
Obrázek 20 – Graf uvolnění směsi vzorku 332	45
Obrázek 21 – Graf uvolnění směsi při opakovaném praní vzorku 121	45
Obrázek 22 – Graf rozdílu mezi vzorkem 111 a 121	46

Seznam zkratek

apod. – a podobně

tzv. – takzvaně

atd. – a tak dále

μm - mikrometr

mm – milimetr

g - gram

% - procento

př. n. l. - před naším letopočtem

tis. - tisíc

km - kilometr

č. - číslo

PM - particulate matter, částice o různé velikosti

např. - například

Úvod

V současné době je velký rozruch kolem vlákenných úlomků obsažených ve vodě. Neexistuje žádná vědecky potvrzená metoda k měření uvolnění a uvolňování vláken. Předkládaná práce se zabývá, jak již název prozrazuje, ekologickými aspekty kontaminace vody praním textilií.

Tato problematika se promítá do oboru Ekologie, jelikož je součástí nedostatečné recyklace, kdy se uvolňují různorodé látky do prostředí. To může způsobit nezvratné změny v celém ekosystému a finálně negativně ovlivnit i lidské zdraví.

Přírodní vlákna jako vlna či bavlna se časem rozloží, umělé náhražky mají biologickou dobu rozpadu mnohem delší nebo vůbec žádnou. Mikrovlákna z oblečení pomáhají negativně ovlivňovat mořské prostředí, tamní vody, pitnou vodu i potraviny. Malé kousíčky vláken se uvolňují ve velké míře praním, kde podzemním potrubím stékají do řek, jezer a moří, kde ovlivňují život živočichů a rostlin.

Vláknenné úlomky se prakticky vyskytují všude kolem nás. Začíná se tím zabývat Evropská komise, ekologická hnutí, populární články či Státní zdravotnický ústav. Je obtížné najít vhodnou metodu spolehlivé analýzy uvolněných chemických stop z textilu, aby bylo zřejmé, zda jde o problematiku, kterou je nutno řešit.

Účelem bakalářské práce je vyvinout postup, zabývající se analýzou uvolněné hmotnosti a délkou vláken, také obsahem vodorozpustné směsi při běžném praní. Jak se budou lišit výsledky po několika násobném praní a jaký ekologický rozdíl tvoří skupiny nových a starých textilií. Nakonec zhodnotit celkový dopad této problematiky.

TEORETICKÁ ČÁST

1 Ekologie

1.1 Co je to Ekologie

Ekologie je interdisciplinární obor zabývající se analýzou, popisem a celkovým vztahem mezi organismy a jejich prostředím. Zkoumá interakce jednotlivých organismů mezi sebou, ostatními organismy a prostředím. Definice se různí, mezi nejznámější patří *„Ekologie je vědecké studium procesů regulujících distribuci a abundanci organismů a jejich vzájemné vztahy, a studium toho, jak tyto organismy naopak zprostředkovávají transport a transformaci energie a hmoty v biosféře (především studium struktury a funkce ekosystémů). Výzkum toho, kde se organismy nacházejí, kolik se jich tam vyskytuje a proč.“* [3]

1.2 Voda

Voda je pro člověka životně nejdůležitější složkou. Fyziologicky se lidské tělo skládá ze 70 % právě z vody, rostliny obsahují až 90 %. Jde o omezený zdroj, hlavně pro oblasti s nízkými srážkami a objemově slabými povrchovými vodami.

Samozřejmě vodu získáváme z různých zdrojů, záleží na lokalitě a dovozu v podobě balených vod. Vodu lze rozdělit na pitnou, jež by neměla způsobovat zdravotní potíže a užitkovou, která je určena pro pomocné úkony.

Státní zdravotní ústav uvádí ve zprávě informaci z deníku The Guardian, který 6. Září 2017 zveřejnil článek obsahující zahraniční studii o mikroplastech v pitné vodě z různých zemích světa. Toto upozornění objevilo nové riziko pro lidské zdraví. University of Minnesota School of Public Health v rámci výzkumu této problematiky odebrala vzorky ve dvanácti městech na pěti kontinentech. Bylo zjištěno, že pitná voda obsahuje 83 % (v Evropě 72 %) odebraných vzorků obsahovalo mikročástice (vlákna) plastů v průměrném množství (na 1 litr) 3,8 vláken v Evropě a 9,6 v USA. Vlákna byla nalezena i ve vzorcích balených vod odebraných v USA. Zkoumány byly částice o velikosti od 2,5 μm do cca 1 mm. Mikročástice nejvíce pocházejí ze syntetického oblečení, pneumatik, kosmetiky a rozkladu makroplastů. Tak malé množství by nemělo mít na lidské zdraví vliv. [7]

V České Republice se výskyt nesledoval až do září roku 2018. Akademie věd potvrdila koncentraci v upravené pitné vodě ve stovkách částic na litr a surové až v tisících

na litr, díky zdokonalené metodice, jež je schopná analyzovat částice plastů v pitné vodě již od velikosti 0,2 μm a rozlišit je jak tvarově, tak materiálově. Materiálově obsahuje polyethylentereftalát (PET), polypropylen (PP) a polyethylen (PE). Dle zprávy uveřejněné na webové stránce novinky.cz k filtraci od mikroplastů docházet kvůli finanční zátěži nebude. [7] [8]

Dále na téže webové stránce je umístěna zpráva ze dne 24. 3. 2019, zabývající se touto problematikou. Příspěvek se odkazuje na výsledky laboratorních testů, které potvrdil Lukáš Hrábek z Greenpeace. Výsledkem je obsah litrových vzorků vody z Labe a Vltavy poblíž výpusti čistírny odpadních vod v Ústí nad Labem obsahující v průměru mezi jedním až čtyřmi mikrovlákný. Největší koncentrace v jednom litru nabyla četnosti kolem 18 vláken či fragmentů. Podle uveřejněné ankety se 94 % čtenářů obává této problematiky. [29]

1.3 Odpadní vody

Dle zákona č. 185/2001 Sb je odpad každá movitá věc, které se osoba zbavuje nebo má úmysl nebo povinnost se jí zbavit a přísluší do některé ze skupin odpadů uvedených v příloze č. 1 k tomuto zákonu. [21]

Odpad je s lidmi spjatý od samého počátku. První civilizace ukládaly odpad do jam mimo své obydlí. Archeologické nálezy odkazují na to, jak se dříve na naší planetě žilo díky kamenným nástrojům, kostem atd. Jelikož bylo nedostatek surovin, tak se odpad třídil a uschoval. První zmínky o nakládání s odpadními vodami se datuje už do období 3000 let př. n. l. [17]

Už v řeckých městech jako Athény nebo Olymp byly budovány první odvodňovací systémy i Řím se vyznačoval svou vyspělostí ve všech odvětvích, kam patřily i první zmínky o komunálních službách, jelikož se zde velmi dbalo na hygienu. Největší stokou pojmenovanou Cloaca maxima vybudovanou v 6. století př. n. l., jež byla situovaná středem, se odváděla většina odpadu mimo město. Nicméně domy nebyly napojeny na odpadní síť, takže se potřeba vykonávala do hliněných váz. Obsah byl následně otroky či válečnými zajatci odnášen mimo město. I přesto většina smetí byla vyhazovaná přímo na ulici, což mělo za následek epidemie a jiné zdravotní komplikace. [18] [19]

Zdravotní podmínky středověku, kdy exkrementy a nepotřebné zbytky byly ukládány pod okny a otevřené smrduté stoky vedly napříč městem, trvaly až do 19. století. Teprve pak došlo k výrazným technickým i organizačním změnám, jež vedly ke zlepšení.

V Paříži byla uvedena výstavba kanalizačního systému v polovině 19. století. V Londýně roku 1859 byla uvedena do provozu první čistírna. V Praze byly vybudovány stokové sítě a roku 1865 vznikl úřad spravující pražskou kanalizaci. Pevné zbytky byly spalovány v prvních spalovnách. V Čechách taková spalovna vznikla v Brně roku 1905. [17] [18] [19]

Antoni van Leeuwenhoek (1632–1723) jako průkopník mikroskopie, první pozoroval mikroorganismy ve vodě. V roce 1673 poprvé představil nové kresby s popisy "malých zvířat" Královské společnosti v Londýně. Následující století existovalo několik mikroskopů, také byla vydaná v roce 1720 kniha s názvem "A new theory of consumption", kterou sepsal Benjamin Marten. Kniha se zabývala hypotézou tuberkulózy a jejím přenosu díky mikroorganismům ve vzduchu. [11]

Povědomí o tom, že by se odpadní voda měla zpracovávat jako prevence nemocí, vzniklo až na konci 19. století. Kdy se odpadní voda vypouštěla do volného prostředí a tím znečišťovala povrchové a podzemní vody. Nyní systémy recyklace vody a také biologické procesy čištění odpadních vod hrají velmi důležitou roli a měli by do budoucna hrát stále větší význam. [11]

Jde o vodu, jejíž činnost je ovlivněna lidmi díky průmyslu, domácnostem, zdravotnictví atd., což má za následek změnu složení nebo teploty a tím zhoršuje celkovou jakost. Voda je odváděná sítí trubních rozvodů od domácností a podniků do čističek vod, tomuto spojení se říká kanalizace. [12]

Česká technická norma ČSN 75 6101 Stokové sítě a kanalizační přípojky upravuje výstavbu a provoz stokových sítí. Webové stránka eagri.cz zmiňuje, že v roce 2015 bylo v provozu v České republice asi 53 tis. km stokové sítě. [20]

Odpadní vodu můžeme rozdělit na Komunální (splaškovou) odpadní vodu, která vzniká každodenní lidskou činností v domácnostech, úřadech, školách a podobně. Můžeme do ní zařadit i oplachovou vodu z mytí ulic či dešťovou vodu ze srážek. Spotřeba vody na člověka je 80 – 200 litrů za den. [12]

Dále je tu průmyslová odpadní voda, která vniká v podnicích. Znečištění závisí na druhu podniku. Voda je znečištěna díky technologickým procesům ve výrobě nebo chladicím procesům, kdy se mění jakost teplotně. Každý podnik musí vodu předčistit do takové míry, aby splňovala kritéria pro komunální čistírny odpadních vod, kde vodu dále zpracují. [12]

1.4 Vlákna

Každá textilie je tvořena jednotlivými vlákny, jež jsou základními stavebními prvky textilních výrobků. Patří mezi nejstarší materiály, které lidé dlouhá tisíciletí př. n. l. uměle vytvářejí. Dříve lidstvo používalo pouze vlákna z přírodních zdrojů, nyní se už častěji setkáváme se syntetickým původem. Jde o délkovou textilií, jež je jemná, pružná s různými profily. [1]

Vzrůstající hustota populace zvýšila spotřebu plastu. Za posledních 50 let vzrostl počet obyvatelstva z 19 na 48 osob na kilometr čtverečný. Každým rokem končí životnost 240 tunám plastu končící zejména v mořském prostředí, táhnoucí se od břehu do otevřeného oceánu. Syntetické vlákna jsou ve velké míře tvořeny nějakou formou plastu, například akrylát, polyethylen, polypropylen, polyamid a polyester, jejichž molekuly na sebe váží pesticidy. Částice do 1 mm definované jako mikroplasty, se hromadí ve stanovištích na povrchu či v hlubinách moří. Existují důkazy, že mikroplasty mohou být uloženy ve tkáních a buňkách. Hromadění hydrofobních organických kontaminantů vstřebané z mořské vody může negativně ovlivňovat zdraví. [5]

Forenzní techniky k porovnávání velikosti, typu a tvaru, poskytují užitečné informace o zdrojích, kde byly uvolněné mikroplasty. Forenzní věda zahrnuje postupy vedoucí k zjišťování, dokazování skutečností či ověřování důkazů v soudnictví. Například kdyby byl mikroplast malý, nepravidelný a zešikmený šlo by zřejmě o úlomky plastových odpadů. (např. polyethylen, polystyren, polypropylen). Produkty podléhající čištění v pračce mají tvar úlomků či koulí polyetylenů. Avšak se nepočítá s kaly a odpadními vodami, kde se mikroplasty vyskytují a putují do moří. [4] [5]

Mark Anthony Brown ve svém článku se svými kolegy zkoumá mikroplasty napříč 8 kontinentů a zkoumají jednotlivé hypotézy. Zda budou v oblastech domovů, kde se usazuje menší částice sedimentu více mikroplastů a v oblastech s větší populací. Dále dle forenzních analýz budou místa, kde shromážděný sediment z lokalit na odstraňování odpadních vod bude obsahovat více odpadních vod, než oblastí kde k tomu nedochází. [4]

1.4.1 Vlákna dělíme do jednotlivých skupin

- Dle délky:

1. Spřadatelná
2. Nekonečná (viz hedvábí)
3. Nespřadatelná (vlákna kratší než 10 mm)

- **Dle původu:**

1. Přírodní - z celulózy, z bílkovin
2. Chemická - Z přírodního polymeru, anorganická, ze syntetického polymeru, speciální [1]

1.4.2 Základní vlastnosti vláken

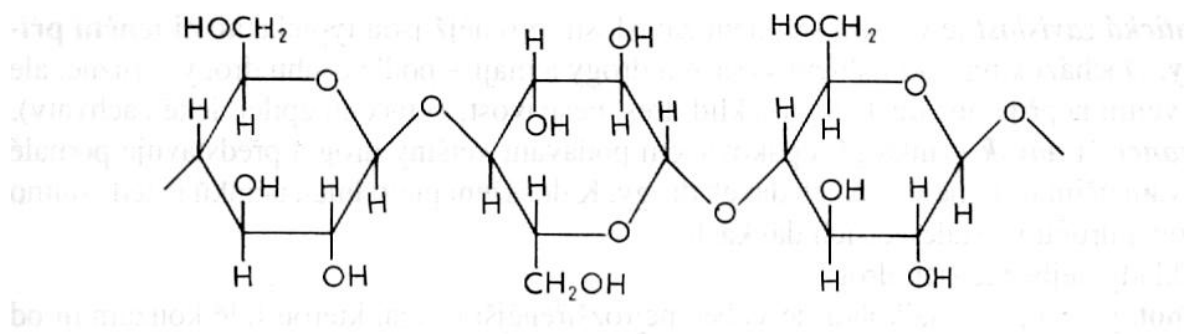
- Délka vláken vyjadřovaná v mm, popř. v palcích (inch = 25,4 mm)
- Jemnost vlákna nejčastěji v jednotkách Tex, jenž se textilně uvádí v g/km, v číslu metrickém v jednotkách m/g, v titr denier (den) v g/9km či číslo anglické (Ne) v 590/tex
- Mechanické vlastnosti jako jsou pevnost či tažnost. Síla do přetrhu vlákna se nazývá pevnost v N a poměrná pevnost v N/tex. Tažnost je definována poměrným prodloužením do okamžiku, kdy je dosažena hodnota pevnosti vlákna.
- Tepelně-izolační vlastnosti jsou vlastnosti týkající se dutých vláken nebo objemového útvaru, kde se hromadí vzduch.
- Míra zkadeření a odolnost vůči stlačení u syntetických vláken vyjádřené obvykle v %. Obdobné je to i vlněných vláken, kde se vyjadřuje obloučkovitost.
- Čistota je důležitou vlastností u bavlněných vláken. [1]

1.4.3 Rozpad polymeru

Nevratné změny, které negativně ovlivňují chemickou strukturu a charakteristické vlastnosti vlákna, se dají označit za rozklad. Probíhají mechanicky, biologicky, oxidačně či termálně. Zatímco se ponožka pletená z vlny rozpadne ve volné přírodě za 1,5 roku z polymeru nikoliv. [26]

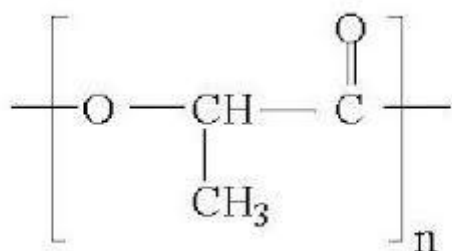
Polymer je soubor molekul, který nemá rozložitelné přísady, tudíž za jejich životnosti nedochází k zásadním fyzikálně-mechanickým změnám. Pokud je materiál nazván jako biologický polymer, znamená to, že podléhá rozkladu díky teplotě, vlhku, pH apod. [26]

Polymery lze rozdělit podle původu na biopolymery, které jsou tvořeny přírodními vysokomolekulárními organickými látkami tvořené biochemickými reakcemi živých organismů, např. celulóza. Základní polymerní řetězec obsahuje vodík a dusík, který umožňuje rozklad. [26]

Celuloza (polysacharid)

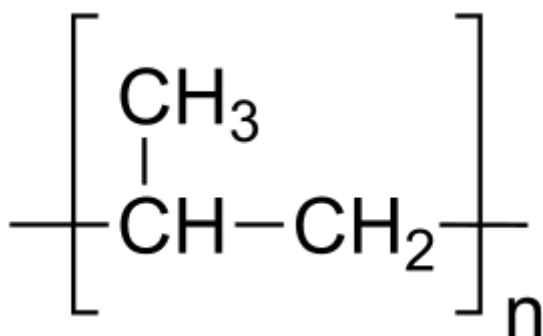
Obrázek 1 – Celuloza [26]

Dále speciální biopolymery nejsou tvořeny vysokomolekulárními organickými látkami tvořenými reakcemi živých organismů, ale jsou tvořeny z přírodních biomolekul, které se v přírodě nacházejí. Chemickými reakcemi jsou z nich tvořeny biodegradovatelné polymery, jež vykazují vlastnosti skutečných polymerů jako je např. kyselina polyléčná. [26]



Obrázek 2 – kyselina polyléčná [26]

Poslední skupinou jsou syntetické polymery, které obsahují aditivum podléhající oxidačním účinkům jako např. polypropylen. [26]



Obrázek 3 – polypropylen [26]

1.5 Prachové částice

Textilie při praní kromě vlastního obsahu se bude zbavovat i jednotlivých substancí z okolí, do kterých můžeme řadit i prachové částice. Mezi které patří, minerální látky, saze, pyl, popílek, azbestová vlákna a jiné typy částic s diferenciací velikostí od sub-nanometrů po milimetrové prachové částice. Lze je dělit na frakci hrubých částic PM_{10} , frakci jemných částic $PM_{2,5}$ a frakci nejjemnějších částic, neboli ultra-jemné částice $PM_{0,1}$ a menší. Rozměr se zdravotní závadností pro člověka je od 10 μm a označujeme je jako částice PM_{10} , přičemž je největší pozornost věnovaná respiračním částicím od 2,5 μm , jelikož mají největší potenciální negativní vliv na zdraví člověka. Koncentrace těchto částic se různí dle daných oblastí, hlavně jde o větší variabilitu hrubších částic, kde další významnou proměnnou dle studií je roční období. [9] [10]

Obsah těchto částic v prostoru kolem nás je významný. Ve městech se nachází v atmosféře 1×10^5 na cm^3 těchto částic. S rostoucí výškou poměr klesá, 20 km nad zemí ve stratosféře je obsah částic menší než 10 částic na cm^3 . Studie v kampusu univerzity Bayreuth 15 v severovýchodním Bavorsku, dospěla k závěru, že obsah prашného aerosolu je v únoru 3x vyšší než v srpnu. Tento jev je ovlivněn odlišnými meteorologickými podmínkami. [9]

US EPA stanovila bezpečnostní limit pro azbestová vlákna v pitné vodě na 7 milionů vláken/1litr vody, vyšší množství už by mohlo tvořit vzniku nezhoubných polypů ve střevech. Při inhalaci je azbest karcinogen, ale při požití by neměl nijak uškodit, proto je stanoven tak vysoký limit. V ČR není limit žádný, jelikož v minulosti byl stanoven na 300 tisíc vláken/1 litr vody, nicméně nic takových hodnot nedosahovalo, takže byl zcela zrušen. [7]

Prachové částice vstupují do atmosféry z vnějších zdrojů, jež vznikají zvětráváním, erozí nebo spalováním v podobě sazí, také může jít o mořské soli, pyly a další. Dále mohou vnikat přímo v atmosféře tzv. plynovo-částicovou konverzí, kde největší část sub-mikrometrů tvoří sírany, dusičnany a některé organické sloučeniny. [9]

2 Praní

Praní je proces, při kterém se vložená textilie upravuje, udržuje a zbavuje nečistot. Jde o různé látky nebo směsi látek v pevném či kapalném stavu, které se uvolňují, jako je tělový tuk, odumřelá kůže, prach, zbytky jídla a nápojů atd. Praní na daný předmět působí mechanicky, kdy se díky pohybu ve vodě omývají jednotlivé nečistoty. Látky nemísitelné s vodou je zapotřebí odstranit vhodnými chemickými prostředky jako jsou různé typy mýdel či jiných tenzidů. [22]

Praní dělíme na spotřebitelské a technologické. Technologické praní je v rámci textilní výroby mezi jednotlivými operacemi, zatímco spotřebitelské je klasické praní v ruce nebo v pračkách a slouží k údržbě tkanin v domácnostech či veřejných velkoprádelnách. Právě spotřebitelské praní nejvíce ovlivňuje ekologicky okolní vodní prostředí. [22]

Při praní působí na sebe faktory jako je voda, textilie, nečistota, složky pracího prostředku a způsob praní. Tvrdost vody způsobuje vznik nerozpustných usazenin na textilu a povrchu praček. Každý druh textilu dle složení a úprav se pere jiným způsobem různou měrou mechanického a fyzikálně-chemického působení. [22]

2.1 Mýdla

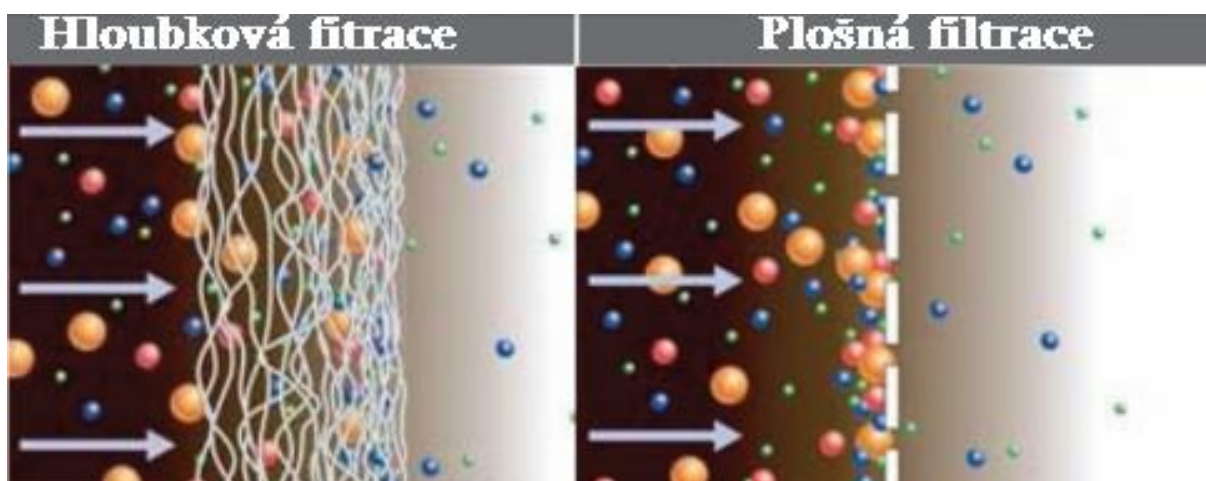
Jde o nejstarší mycí prostředek, který lidé v minulosti používali. Jeden z nejstarších nálezů pochází z babylonských keramických nádob datované do doby kolem roku 2800 př. n. l., jež obsahoval látky podobné právě mýdлу. O 600 let později byla nalezena dokonce hliněná deska s přesným návodem na tvorbu tohoto produktu. Mýdlo se nepoužívalo k omývání těla, to až 1 století našeho letopočtu, ale pouze k praní prádla a čištění ran. [6]

Zpravidla na textilií ulpívá nečistota heterogenní směsí chemicky a fyzikálně rozdílných látek. Povrchové napětí brání vodě, aby se stala účinným pracím prostředkem. Molekuly vody se navazují mezi sebou, nikoliv s nečistotou, jež byla do tekutiny vložena, tím se nevytváří čistící efekt. Při rozpouštění mýdla s vodou vznikne nepravý roztok, povrchové napětí se zmenší a voda se stává „vlhčí“. Zajišťuje dokonalé smočení nečistoty, následné odstranění a zabránění zpětnému usazení. [2] [22]

Prací prostředek je komplexní směs, jež obsahuje různé systémy, do kterých patří právě povrchově aktivní látky. Aktivační přísady, které změkčují vodu, čímž zlepšují účinnost tenzidů, dále udržují uvolněnou nečistotu v prací lázni a udržují pH na konstantní hodnotě. Pomocné přísady, jejímž úkolem je zvýšit kvalitu pracího účinku. [22]

3 Filtrace

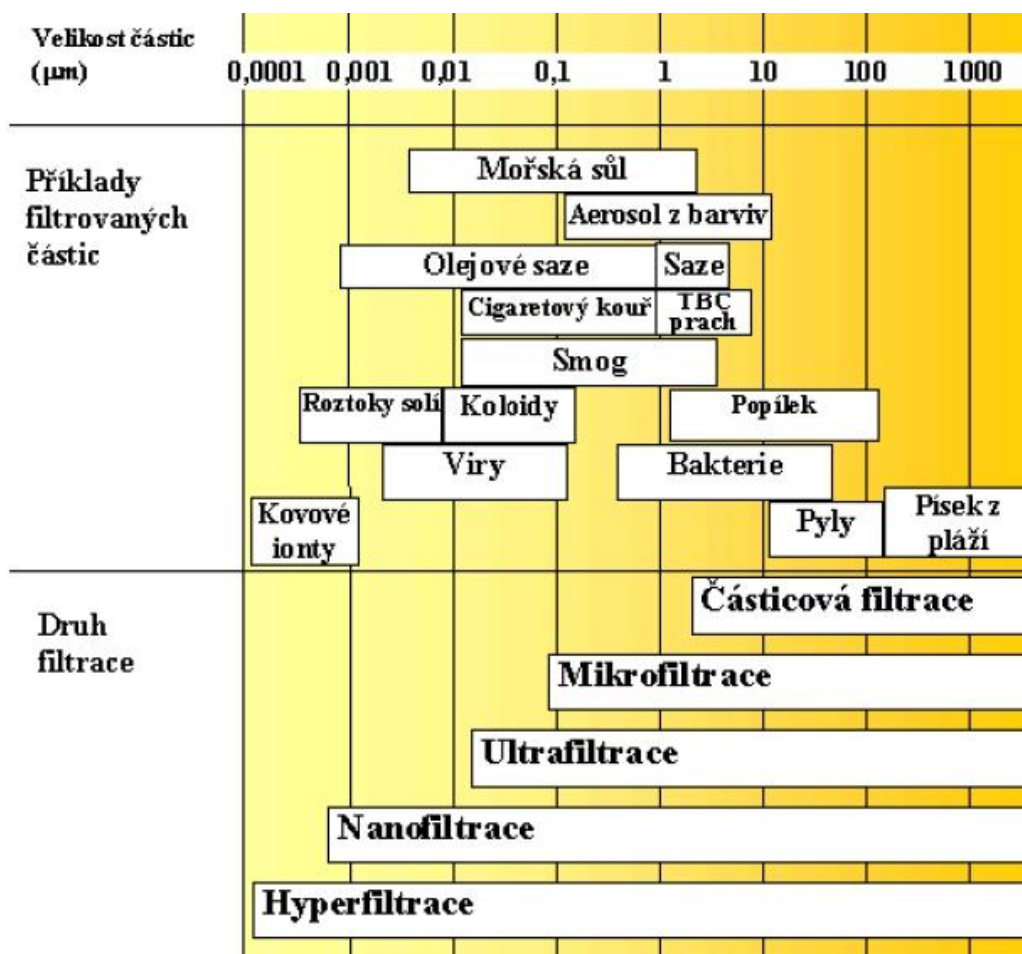
Jedná se o nejběžnější proces úpravy plynu či kapaliny. Při filtraci dochází k mechanické separaci jednotlivých či směsi pevných částic (dispergované částice) zadržných vlákny textile v disperzním prostředí, ať je to voda nebo vzduch. Lze rozdělit proces na hloubkový a plošný. Plošná filtrace zachytí každou částici, jež je větší než prostor mezi vlákny. Hloubková filtrace zachytí částice díky silám vyvolaných povrchovým napětím, elektrostatickým a Van der Waalsovým. Vzdálenost mezi vlákny může být větší než velikost částic. [24]



Obrázek 4 – Hloubková a plošná filtrace [25]

3.1 Rozdělení typů filtrů

- **Dle skupenství:**
 1. Kapalná
 2. Plynná
- **Dle požadavků daný na filtr:**
 1. Částicová filtrace
 2. Mikrofiltrace
 3. Ultrafiltrace
 4. Nanofiltrace
 5. Hyperfiltrace



Obrázek 5 – Druh filtrace [24]

- Dle typu mechanismu filtrace:
 1. Povrchové
 2. Hlubkové
- Dle testování filtračních vlastností:
- Dle použitého materiálu a technologie:
- Dle tvaru:
 1. Ploché
 2. Skládané
 3. Svíčkové
 4. Kapsové
 5. Hadicové

3.1.1 Parametry ovlivňující vlastnosti a jakost filtru

Užitné vlastnosti filtru jsou proměnlivé během procesu zachytávání částic. Dle potřeby užití se volí specifický filtr s mikroskopickým či makroskopickým charakterem. [24]

- **Plocha filtru**

Tlakový spád je ovlivněn rozměrem plochy filtru.

- **Tloušťka filtru**

Tloušťka neboli objemová hmotnost se zvyšuje počtem vrstev, tím se zvyšuje i efektivita zachytu. Nicméně se celková kvalita filtrace zmenšuje.

- **Plošná a objemová hmotnost filtru**

Zvyšuje se účinnost filtrace i tlakový spád.

- **Stejnomořnost materiálu**

Stejnomořnost materiálu velmi ovlivňuje proces. V prostoru filtru s menším lokálním zaplněním projde větší počet částic a naopak, což ovlivňuje tvar proudění filtrovaného media.

- **Materiál a jeho parametry: objemová hmotnost, elektrická vodivost, odolnost**

Působení mezi částicemi a povrchem filtru je důležitým parametrem. Vlákná zachytí částice díky pomocí Van der Waalsových sil, elektrostatických sil a sil vyvolaných povrchovým napětí, tato interakce ovlivňuje pevnost zachycení a udržení částice.

- **Vůči negativním vlivům**

1. Chemicky – působení kyselin, zásad...
2. Fyzicky – tepelná energie, záření
3. Mechanicky – ovlivňuje charakteristika vláken

- **Parametry vláken:**

Zde ovlivňují vlastnosti filtru jednotlivé parametry vláken jako je průměr, tvar průřezu, jemnost, orientace v prostoru, atd.

- **Struktura filtru:**

Jakostní specifikace filtru jsou ovlivněny orientací vláken v prostoru, gradientem hustotou, geometrickou stabilitou apod. [24]

3.1.2 Parametry filtrovaných částic

- velikost částic disperzního podílu

- distribuce velikosti částic disperzního podílu
- koncentrace částic
- tvar a povrch částic
- objemová hmotnost částic
- elektrické vlastnosti

3.1.3 Parametry procesu filtrace

- rychlost náletu částic na filtr
- viskozita protékajícího média
- teplota, tlak, vlhkost [24]

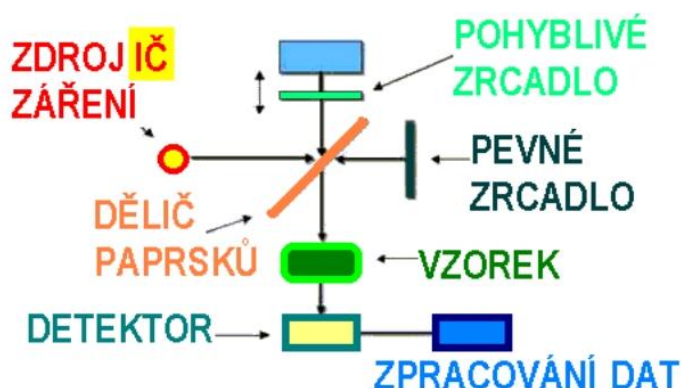
4 Infračervená spektroskopie

Britský astronom William Herschel ve svých experimentech objevil infračervené světlo. Tehdy se ještě studium vlnových délek nevyvíjelo kvůli obtížím při vytváření vhodných detektorů pro měření IR záření. [13]

V roce 1990 William W. Coblentz vedl komplexní experimenty, jež vedly k přesnému spektru několika stovek anorganických a organických sloučenin. V tomto století byly vytvořeny, díky velkému zájmu analytické chemie první prototypy IR spektrometrů. [13]

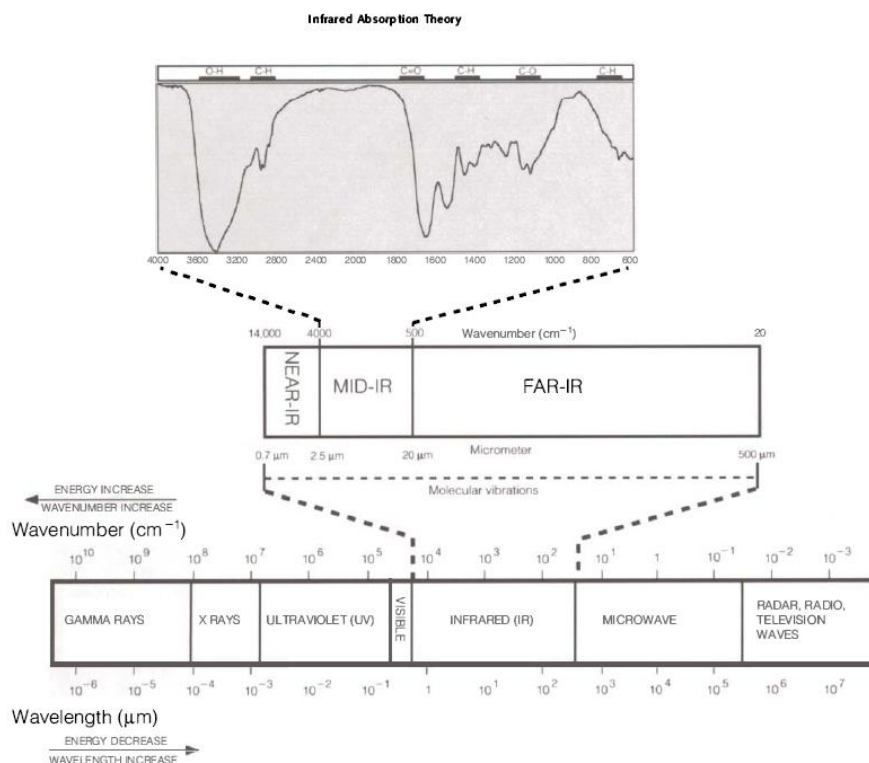
Kolem roku 1970 byly přístroje založeny na hranolové nebo mřížkové monochromátory, pracující na principu rozkladu světla. Tato zařízení neumožňovala analýzu silně absorbujících matric. O dva roky později dochází k využití infračervených spektrometrů s Fourierovou transformací, jenž je založen na matematickém postupu. Zařízení měří interferogram po průchodu vzorkem. [13]

PRINCIP FTIR spektrometru



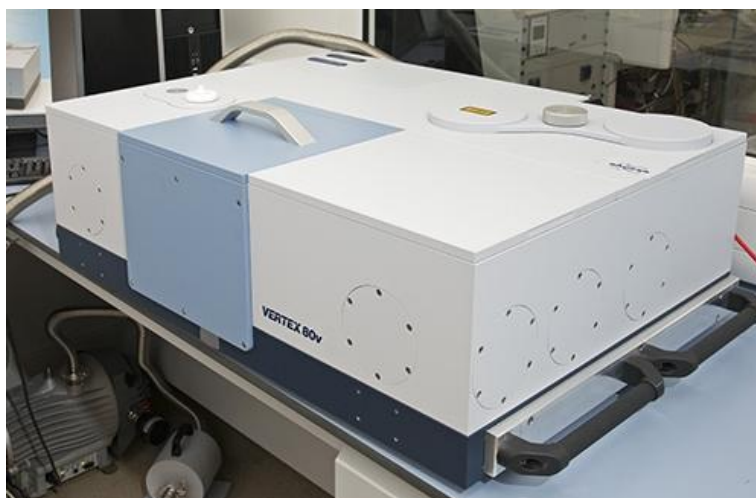
Obrázek 6 – Princip Ftir spektrometru [28]

Spektrofotometrie je kvantitativní metoda měření, která se používá v různých odvětvích, ať už jde o analytickou chemii nebo medicínu. Spektroskopie je interakce mezi hmotou a světlem, kdy infračervené světlo prochází vzorkem a dochází ke změnám vibrací molekul. Měří se zde pohlcení infračerveného záření. Rozsah vlnových délek je od 0.76 do 1000 μm . Hledaná složka se stanovuje na základě intenzity zbarvení. Analyzovaný vzorek může být i velmi malý, aby se z něho dostalo požadované spektrum. [13]



Obrázek 7 – Spektrum barev [13]

Ke změně dipólovému momentu musí během vibrace dojít, aby se uskutečnila absorpce infračerveného záření. Závislost energie v jednotkách absorpance (A) nebo transmittance (T) v procentech na vlnové délce dopadajícího záření je analytickým výstupem tvořící křivku s vrcholy určující jednotlivé látky. Absorpance se vyjadřuje jako $A = -\log T$. Transmittanci $T = I / I_0$ určuje poměr mezi intenzitou prošlého paprsku I a původního I_0 . [13]



Obrázek 8 – IČ spektrometr Vertex Bruker 80v [35]

5 Chromatografie

Vývoj chromatografie započal roku 1903 Michajl Semjonovič Cvet, jenž se narodil 14. května 1872 v severní Itálii. Otec byl ruský dělník. Matka, která zemřela při porodu, pocházela z italské rodiny usazené v Turecku, ale vyrůstala též v Rusku. [15]

V roce 1903 Cvet prezentoval na místním setkání ve Varšavě svůj objev 41 člennému publiku včetně jeho kolegů a studentů univerzity. Díky nejistotě a nedostatečné technologii té doby dokončil a popsal objev pro mezinárodní publikum až roku 1906, dočkal se jen výsměchu a pohrdání ze strany veřejnosti. Domnívali se zpočátku, že jde pouze o snahu dostat se do vrstvy, do které nepatří. Dokonce i známé osobnosti té doby, mezi kterým byl i nositel Nobelovy ceny Richard Willstätter, se vyjadřovali k jeho práci velmi neslavně, což mělo za následek menší procento laboratoří zabývajících se zkoumáním jeho práce po dobu 25 let. [15]

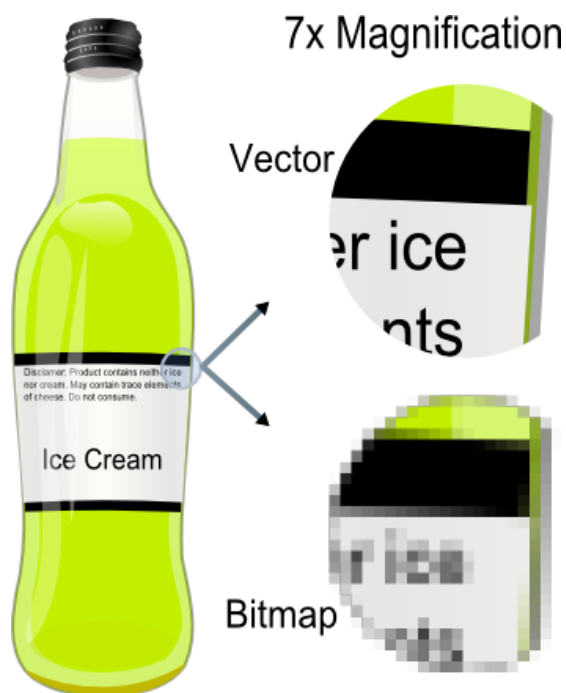
Průlom přišel až po jeho smrti v letech 1930-1931 v Heidelbergu, v laboratoři Richarda Kuhna. Pracovníci laboratoře byli vesměs židovského původu a rozvoj musel být pozastaven, kvůli vzestupu Hitlerovi moci, nicméně se práce ujalo i mnoho dalších vývojových pracoven a rozvoj byl zachován. Cvet změnil filozofický pohled na rozbor komplexních látek, získání jedné látky v krystalické formě, dokázal oddělit všechny jednotlivé složky. Chromatografie se začala používat i na anorganické látky, dříve byla specializovaná pouze na organická barviva. [15]

Chromatografie patří mezi důležité separační metody, kde se odděluje jedna složka od celku nebo se celek dělí na jednotlivé části, hodnotí se zde i kvalita a kvantita celků. Využívá se hlavně k rozborům přírodních látek, jež jsou tvořeny složitými směsi. Ostatní separační metody jako je například spektrofotop. [16]

Bohužel tato metoda, jelikož byla plánovaná na analýzu jednotlivých vzorků je pro složitost provedení kvůli kvantitě jednotlivých složek obsažených v roztoku vyloučená a je pouze zmíněná jako další analytická možnost.

6 Rastrová a vektorová grafika

Dvojměrný obrázek se ukládá dvěma způsoby do rastrové či vektorové podoby. Ačkoli oba způsoby reprezentují informace v počítačové grafice, jde zcela o odlišné typy. Diferencují se kritérii, jež se kladou na tyto grafické formáty, jako je přesnost, univerzálnost, náročnost na výpočet algoritmu a další). [35]



Obrázek 9 – Rozdíl mezi rastrovou a vektorovou grafikou [35]

6.1 Rastrová grafika

Rastrová grafika neboli bitmapa reprezentuje počítačový obraz, jenž se ukládá do matic tvořící jednotlivé body jmenující se pixely. Každý tento pixel nese informace o svém umístění, světlosti a barvě. Celkový obraz složený z těchto pixelů má svou šířku a výšku, obsahující rozlišení neboli s hustotou barevných bodů a barevnou hloubkou, což je rozsah barev, které jednotlivé body mohou nabývat. [33]

S rostoucím rozlišením či rostoucí barevnou hloubkou rostou i nároky na paměťovou kapacitu. Pokud se zvýší rozměry, celkový obraz se rozostří. Výhodou je, že tyto snímky lze snadno upravovat programy určenými pro tyto operace. Dále lze lehce vygenerovat obrázek pomocí běžného snímacího přístroje (fotoaparátu, skeneru, apod.) Nejznámějšími formáty uložení této grafické informace jsou JPEG, PNG, GIF, apod. Známe programy na práci s tímto formátem je například Adobe Photoshop, Gimp, PhotoFiltre apod. [3] [35]

6.2 Vektorová grafika

Tento druh grafiky využívá data k vyjádření jednoduchých geometrických obrazců, jako jsou polygony, křivky, kružnice apod. Výsledný obrazec je zaznamenán pomocí matematických zápisů, které určují například tvar, tloušťku či barvu vektorů. Výhodou je, že při zvětšování oproti rastrové grafice nedochází ke zhoršení kvality obrazu. Teoreticky se může říct, že se vektorový obraz dá zvětšovat do nekonečna. Jednotlivé prvky se dají modifikovat bez ohledu na ty ostatní. Nevýhodou se stává velká výpočetní kapacita, pokud se soubor skládá z mnoha objektů. Na rozdíl od bitmapu se snímky těžce pořizují. Grafické soubory s vektorovými informacemi se ukládají do formátů AI, SVG, CDR, apod. Programy, jež jsou známy tvorbou a zpracováváním těchto dvojrozměrných obrazců se nazývají Adobe Illustrator, Adobe Flash atd. [32] [35]

EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST

Experimentální práce v laboratořích se zabývá uvolněním vláken z textilních výrobků a rozbořem obsahu výsledného roztoku po procesu praní. Dané postupy si kladou za cíl, co s největší přesností určit hmotnost a délku uvolněných vláken s ohledem na stáří vzorku a počtu praní. Dále zhodnotit výstup ohledně uvolněných chemických látek.

7 Experimentální vzorky

Experimentálním vzorkem jsou ponožky. Jako součást každodenního oblečení jsou nejvíce mechanicky namáhané a následně prané. Jelikož se jedná o malý druh textilie, není třeba je při analýze oddělovat nůžkami či jinak poškozovat. Docházelo by k uvolnění jednotlivých vláken a znehodnocení výsledku.

Ponožky lze snadno pořídit v každém specializovaném obchodě s oblečením či smíšeným zbožím. Dle Kotlarikové se ženy častěji starají o nákup ponožkového zboží, než muži. Nejvíce lidé dají na doporučení a pouze malé procento se řídí reklamou. Největší zájem je o jednobarevné druhy, nejvíce černá, bílá či šedá. O barvené vzory je zájem o 65% menší. Více než polovina lidí dá přednost známé značce jako je např. addidas. [27]



Obrázek 10 – Popis ponožky

K experimentu je vybráno dvacet čtyři vzorků známých značek o konfekční velikosti 39-42 a hmotnosti 20 ± 2 g ve třech variantách barev (bílá, šedá, černá), rozděleno na nově zakoupené a obnošené ponožky. Stáří určuje počet pracích cyklů, v tomto případě je četnost u obnošených větší než 30, zatímco u nových proces praní neproběhl žádný. Složení je usměrněno tak, aby vždy obsahovala přírodní (bavlnu) a syntetické vlákno.

Sleduje se, jaké množství vláken a jaký chemický obsah se při praní dostává do odpadního oběhu a zda by to mohlo mít vliv na ekologii. Sekundárně je proces praní simulován tak, aby odpovídal interakci ponožky s chodidlem, což může mít neblahý vliv na pokožku. Je potřeba vždy postupovat podle přesně daného postupu.

7.1 Vzorky dle textilního obsahu a značky

Tab. 1 Charakteristika vzorků

Označení nového vzorku	Barva vzorku	Mat. složení	Značka
111	Bílá	75co/22pa/3ea	Smog
211	Bílá	74co/23pl/2ea/1pa	Reebok
311	Bílá	80co/15pl/5ea	Puma
411	Bílá	73co/25pl/2ea	Adidas
121	Šedá	75co/22pa/3ea	Smog
221	Šedá	74co/23pl/2ea/1pa	Reebok
321	Šedá	80co/15pl/5ea	Puma
421	Šedá	73co/25pl/2ea	Adidas
131	Černá	75co/22pa/3ea	Smog
231	Černá	74co/23pl/2ea/1pa	Reebok
331	Černá	80co/15pl/5ea	Puma
431	Černá	73co/25pl/2ea	Adidas

8 Proces praní

Praní probíhá na přístroji Ahiba Nuance ECO, jenž je určený k široké škále požadavků na barvení a testování. Dvnitř zařízení lze vložit patnáct kádinek, které je možné vybavit různými vzorky. V tomto případě je vloženo maximálně sedm patron, kvůli časové náročnosti celého procesu. Kádinka obsahuje 200ml destilované vody, vzorek a deset kovových kuliček o hmotnosti 1g. Jako vzorky jsou výše popsány ponožky různých značek, složení a stáří. Jsou rozděleny do skupin podle stáří na nové a staré. Jeden ze vzorků je prán v pěti cyklech.

Po spuštění zařízení se testované vzorky otáčejí v kruhu s pomocí progresivního infračerveného vytápění na požadovanou teplotu 30°C/30 min. Ponožky jsou podrobeny mechanickému vlivu, kdy dochází k uvolňování vláken a chemického obsahu.

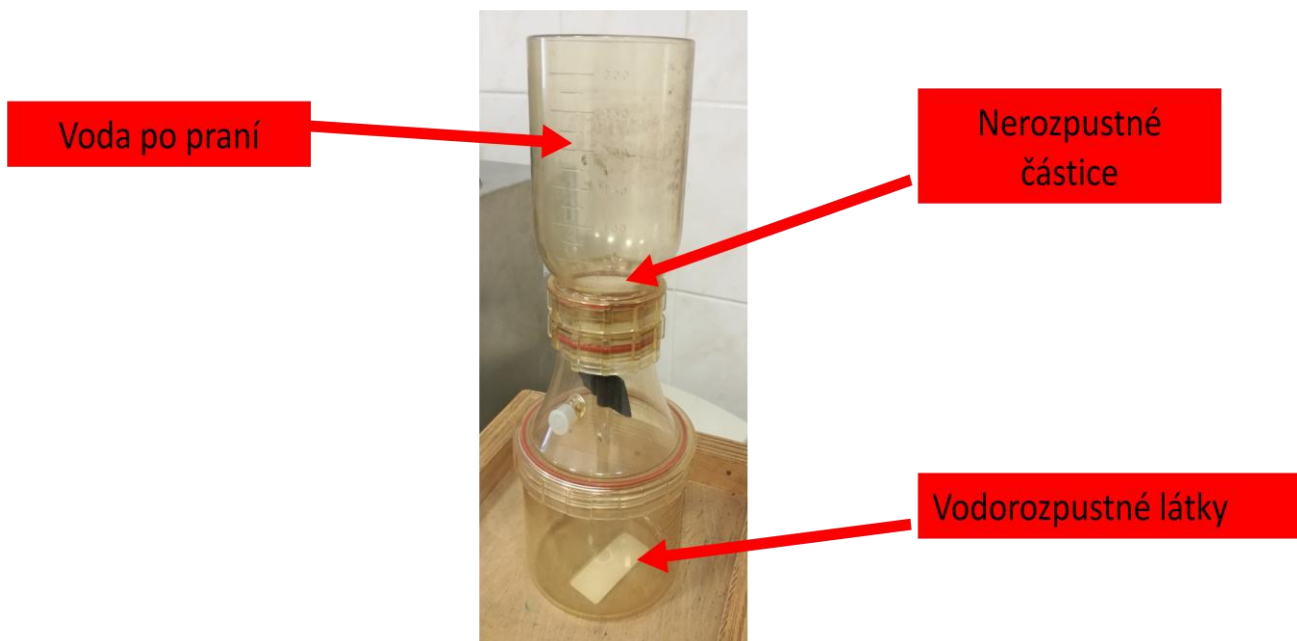


Obrázek 11 – Ahiba ECO

9 Proces filtrace

Filtry kruhového tvaru o ploše 12,6 cm², jsou ručně vystřiženy, označeny a posléze zváženy pomocí analytických vah s přesností 0,1 mg. Po uplynutí doby praní jsou vzorky vytaženy a jednotlivý výsledný roztok se slije přes nanovláknový, povrchový, plochý filtr pomocí filtrační aparatury, který rozdělí nerozpustné částice od vodorozpustných. Kvůli případnému spadu prachu ze vzduchu, jsou filtry s vláknovým zachytem dosoušeny v izolovaném prostoru se silikagelem. Po dosušení jsou znovu zváženy na analytických vahách, kvůli určení hmotnosti uvolněných vláken.

Každý odfiltrovaný roztok obsahující vodorozpustné látky se slije do předem zvážené Petriho misky, kvůli snadnějšímu vysušení a úspoře času. Misky se vloží do předehřáté trouby mezi 100 – 150 °C. Při více stupních by mohlo dojít k poškození misky se vzorkem. Kapalina se co nejvíce koncentruje nakloněním misky na stranu, kvůli následnému snadnějšímu odběru a dosuší se stejně jako filtry v izolovaném prostoru se silikagelem. Po vyschnutí se znovu zváží a výsledný rozdíl určující hmotnost směsi se podrobí infračervené analýze.



Obrázek 12 – Filtrační aparatura

9.1 Uvolněná hmotnost emisí

Pro analýzu hmotnosti filtrů a Petriho misek je použita analytická váha v laboratoři Technické univerzity v Liberci. Tento typ vah dokáže vážit s přesností na 0,1 mg. Používají se v laboratořích, v průmyslových a skladových provozech, kde je třeba přesných měření. Ty nejpřesnější váží s přesností 0,00001 g. [31]

Nejprve je třeba přístroj kalibrovat na nulovou hmotnost, posléze se vloží filtr nebo Petriho miska se svou bazální váhou. Jednotlivé početní výsledky jsou zapsány do tabulky. Tento proces je znovu zopakován po procesu filtrace a dosušení, aby bylo možné hmotnostní výsledky mezi sebou porovnat.



Obrázek 13 – Analytické váhy

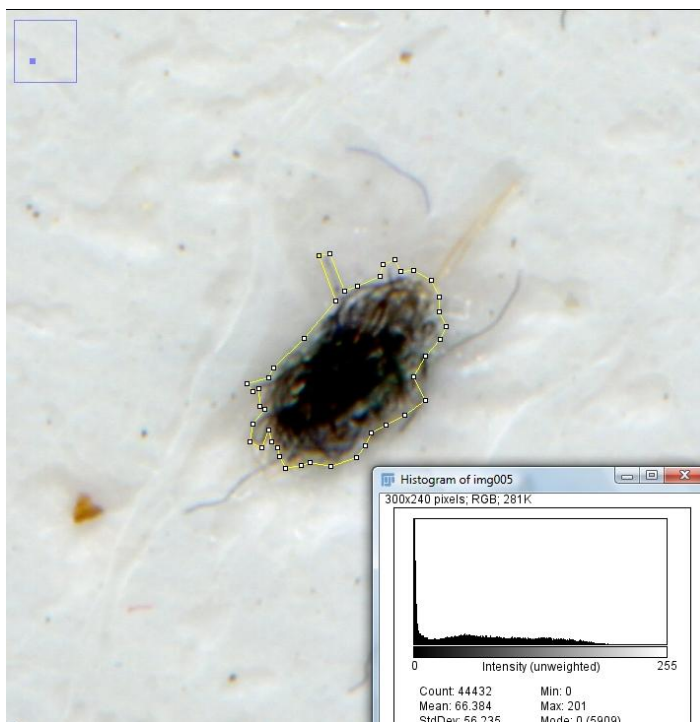
Tab. 2 Uvolněná hmotnost vláken a vodorozpustné směsi

Nový bílý vzorek	Hmotnost vlákna	Hmotnost vodorozpustné směsi	Starý bílý vzorek	Hmotnost vlákna	Hmotnost vodorozpustné směsi
111	0,0007	0,0101	112	0,0009	0,0144
211	0,0009	0,0147	212	0,0019	0,0148
311	0,0009	0,0138	312	0,0001	0,0096
411	0,0018	0,0166	512	0,0012	0,0045
Nový šedý vzorek			Starý šedý vzorek		
121	0,0020	0,1233	122	0,0041	0,0141
221	0,0012	0,1002	222	0,0013	0,0148
321	0,0011	0,1164	322	0,0009	0,0102
421	0,0022	0,1158	522	0,0018	0,0036
Nový černý vzorek			Starý černý vzorek		
131	0,0018	0,0160	132	0,0015	0,0162
231	0,0013	0,0140	232	0,0017	0,0145
331	0,0028	0,0204	332	0,0019	0,0153
431	0,0011	0,0198	532	0,0022	0,0122
Průměr	0,0015	0,0484	Průměr	0,0016	0,0120

Jednotlivé hmotnostní rozdíly jsou v rámci 0,1mg - 0,2g, u vláken je rozdíl v rozmezí 0,1mg – 3mg a u chemických látek 3mg – 123 mg. Průměrně se při praní v destilované vodě po 30°C/30 min uvolní 1,6 mg vláken, dále do odpadu odchází za těchto podmínek 48,4 mg chemické směsi užitá při výrobě nebo 12 mg látek k čištění textilií.

Mezi starými a novými vzorky není diferenciace uvolněného materiálu nijak významná, nicméně u starých ponožek oproti novým je uvolněná hmotnost vláken vyšší

z důvodu, že jsou na vzorku přichycené nečistoty v podobě vláken, prachových částic a dalších, které nesouvisí s konstrukcí ponožky. Tuto teorii potvrzuje i opakované praní 121 (viz tabulka 3), kdy jednotlivé odpadní hmotnosti po opakovaném praní klesaly.



Obrázek 14 – Sekundární nečistoty

Tab. 3 Hmotnostní rozdíly při opakovaném praní

Hmotnostní rozdíly při opakovaném praní (g)					
Vzorek	121	121/2	121/3	121/4	121/5
Uvolněná vlákna	0,0020	0,0015	0,0012	0,0008	0,0006
Uvolněná chemická směs	0,123	0,028	0,023	0,017	0,001

Nejmarkantnější rozdíly v tabulce jsou zřetelné u nových šedých ponožek po zvažení hmotnosti Petriho misek, kdy se hodnoty pohybují mezi 100-130 mg, což je řádově o jednu desetinu čárku více, než je u zbytku vzorků. Po vyprání těchto textilií je kapalný obsah kádinky pískově zabarvený do oranžové barvy. Odhalení tohoto výkyvu je podrobeno IR analýzou.

9.2 Délka uvolněných vláken

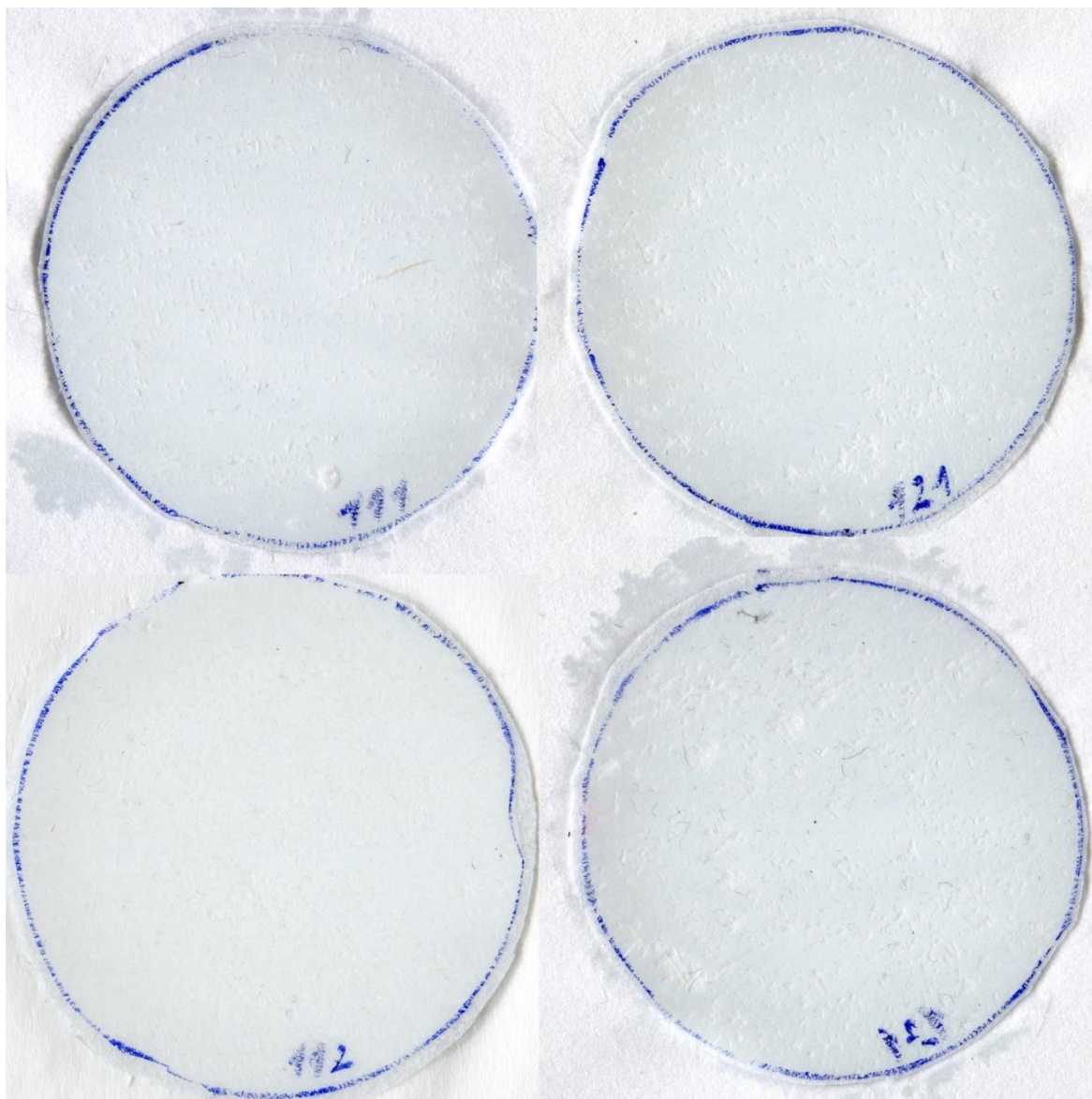
Abychom mohli co nejlépe a nejpresněji určit, co utkvělo na povrchu připravených nanovláknenných plochých filtrech, je třeba vybrat vhodný postup pro analýzu. Nejlépe vzorek převést do elektronické podoby, aby se s ním mohlo snadněji manipulovat.

Převedení do digitálního formátu je pomocí skeneru Epson Perfection V 370 Photo ve třech variantách rozlišení 2400 dpi, 4800 dpi, 9600dpi. Plocha filtru je přichycena na sklo přístroje díky adhezi při styku s vodou. Zde vzniká problém silně podléhající lidskému faktoru, jelikož povrch látky není rovnoměrný, vznikají tu vzduchové komory, zvrásnění či přehnutí materiálu přes sebe, což komplikuje výsledné zhodnocení.

Adheze je proces přilnutí předmětů mezi sebou díky uplatnění fyzikálních sil, chemických vazeb a mezimolekulárních sil. Opakem adheze je koheze. Existuje několik druhů adheze, jako je Mechanická, Chemická, Disperzní, Elektrostatická a Difuzní. V tomto případě jde o adhezi disperzní neboli absorpční. Jev je způsoben pomocí van der Waalsovy síly, kdy každá molekula má mírně záporný či kladný náboj, což zajišťuje přitažlivost mezi sebou. Díky interakci skla a navlhčenému povrchu filtru dochází k nejlepší variantě přilnutí, tudíž je možné vytvořit, co nejkvalitnější snímek. Nevýhoda tohoto procesu je, že se vzorek zcela znehodnotí. [30]

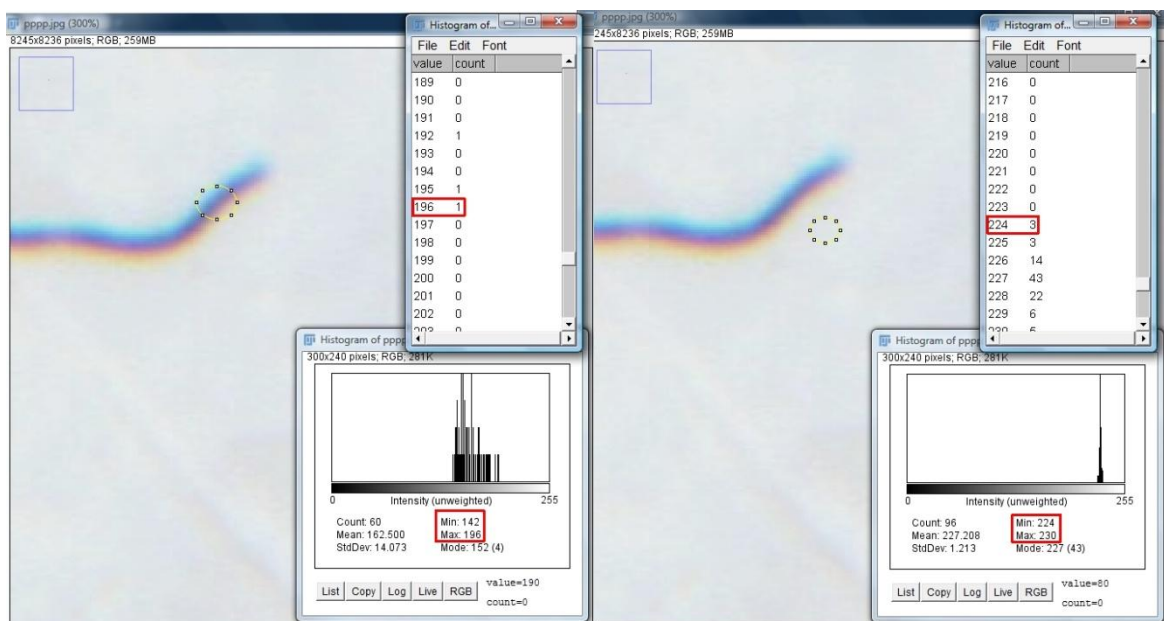
Cílem je vznik rastrových obrazů s vysokým rozlišením 2400 dpi, 4800 dpi a 9600dpi se stejnou barevnou hloubkou jednotlivých pixelů. Nejlépe tak, aby bylo jasné podle barevné hloubky, zda jde o vlákno a jiné nečistoty nebo o plochu filtru.

Filtr o ploše 12,6 cm² je navlhčen 2,5 ml destilované vody. Posléze je rozprostřen po ploše skla skeneru a zatížen 3 kilogramy váhy tak, aby vzniklo co nejméně vzduchových komor a záhybů, které by znehodnocovaly analýzu záměnou barevné hloubky plochy filtru za rozsah stupně ztmavení vláken na daném vzorku.



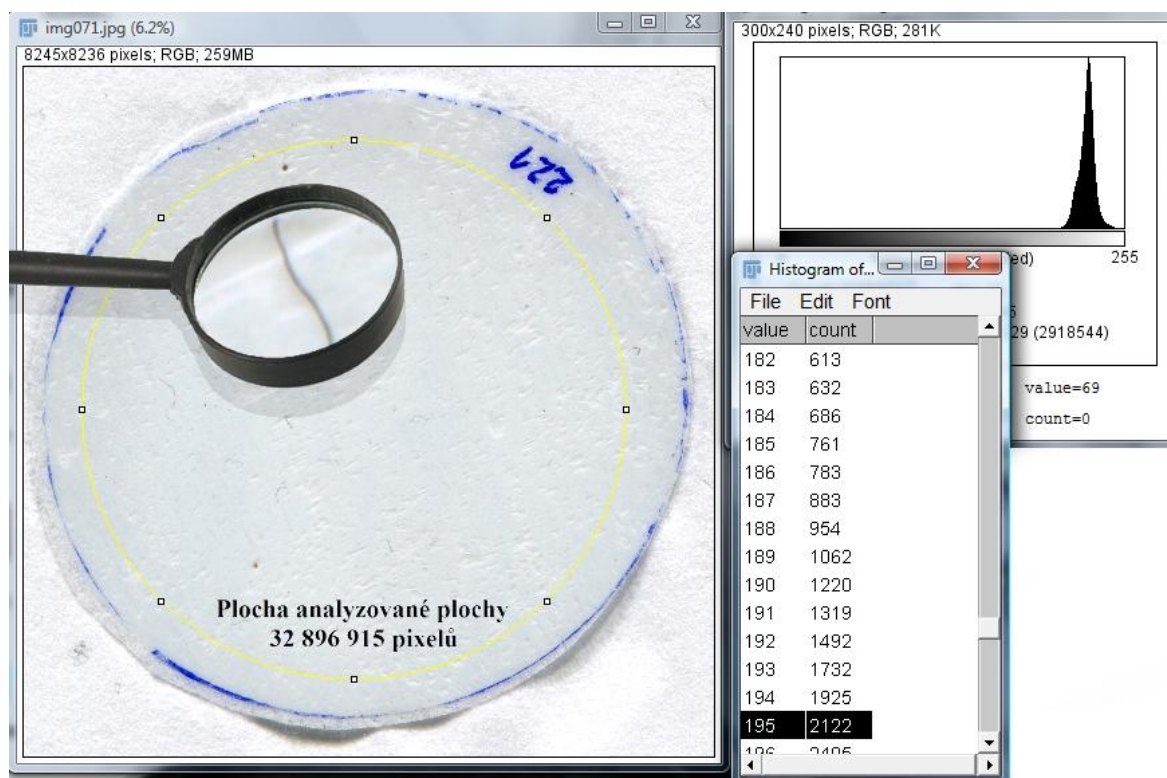
Obrázek 15 – Naskenované filtry s vlákny

Analýza probíhá v programu ImageJ, jenž je vybaven nástroji pro tento úkol. Software je schopný pracovat pouze s naskenovanou verzí o rozlišení 4800 dpi, z něhož se vypracuje histogram v černobílém spektru od 0-255, kdy 0 ukazuje zcela černou hloubku a 255 zcela bílou. Zbytek se pohybuje mezi těmito dvěma body. Každá z hodnot obsahuje jednotlivě četnost pixelů, které sdílí stejné zbarvení. S průměrnou odchylkou lze předpokládat, že vlákno se pohybuje v barevném spektru od 0-195 a body výše popisují plochu filtru. Odchylka je v řádech 10^{-7} a nemá na výslednou délku žádný vliv.



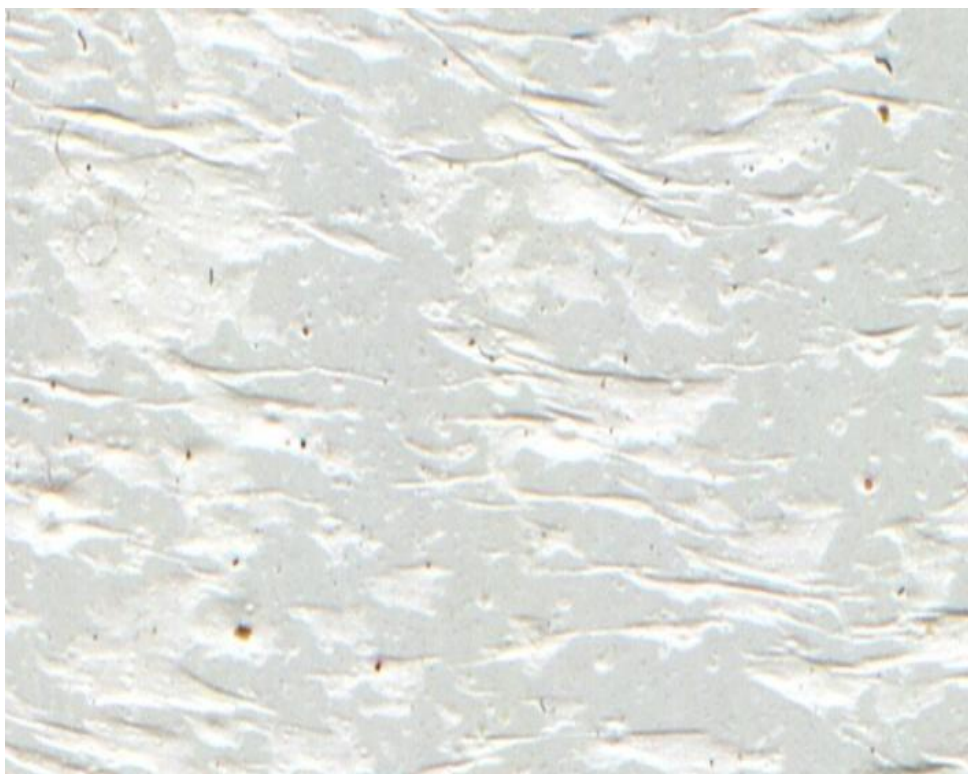
Obrázek 16 – Grafické spektrum vlákna a filtru

Pracuje se s plochou o celkovém množství 33 Mpx, kvůli koncentraci vláken a danému označení vzorku. Délka 1 cm na snímku odpovídá 1926,3 pixelům. Po analýze se výsledek přepočítává koeficientem 1,4172, aby odpovídal celé ploše 47 Mpx obsahující filtr o ploše 12,6 cm².



Obrázek 17 – Analyzovaná plocha

Dokonalé naskenování vzorku za těchto podmínek není možné a vždy vznikne menší vada, jež může zasahovat do zhodnocení a zkreslovat výsledek. Filtr se po navlhčení a po procesu skenování zničí, takže postup nelze opakovat a jednotlivé vlákna zpětně nelze podrobit analýze. Jestliže na snímku vznikne zmiňovaná vada v podobě vzduchových komor, zvrásnění, přehnutí materiálu nebo výrazných nečistot, což má za následek tmavší spektrum barev a je možné barevně zaměnit plochu filtru za vlákno, tak se analyzuje menší plocha, která se následně přepočítá na celou plochu.



Obrázek 18 – Vady vzniklé při skenování

Tab. 4 Uvolněná délka vláken

Nový bílý vzorek	Délka vlákna (cm)	Starý bílý vzorek	Délka vlákna (cm)
111	9,0	112	15,9
211	15,7	212	25,9
311	17,1	312	3,2
411	32,0	512	24,5
Nový šedý vzorek		Starý šedý vzorek	
121	26,9	122	68,3
221	19,6	222	20,1
321	18,8	322	17,7
421	41,0	522	24,4
Nový černý vzorek		Starý černý vzorek	
131	33,8	132	18,2
231	22,5	232	24,2
331	42,0	332	27,3
431	16,5	532	27,3
Průměr nových	24,6	Průměr starých	24,8
Celkový průměr	24,7		

Jednotlivé vzorky jsou porovnány mezi sebou v přehledné tabulce rozdělené dle barev a stáří. Při praní v destilované vodě po 30°C/30min ze vzorků o hmotnosti 20 +/- 2 g se uvolní v průměru 24-25 cm dlouhé vlákno rozdělení na jednotlivé vlákenné útvary. I v tomto případě platí, že větší délkový i hmotnostní průměr u starších ponožek je způsoben sekundárními vlákennými úlomky získanými vnějším prostředím, což dokazuje hmotnostní i grafická tabulka při opakovaném praní, kdy jednotlivé hodnoty klesají.

Textilie za těchto podmínek je v izolovaném prostředí a neulpívá na ní nečistot.

Tab.5 Uvolněná délka vláken při opakovaném praní

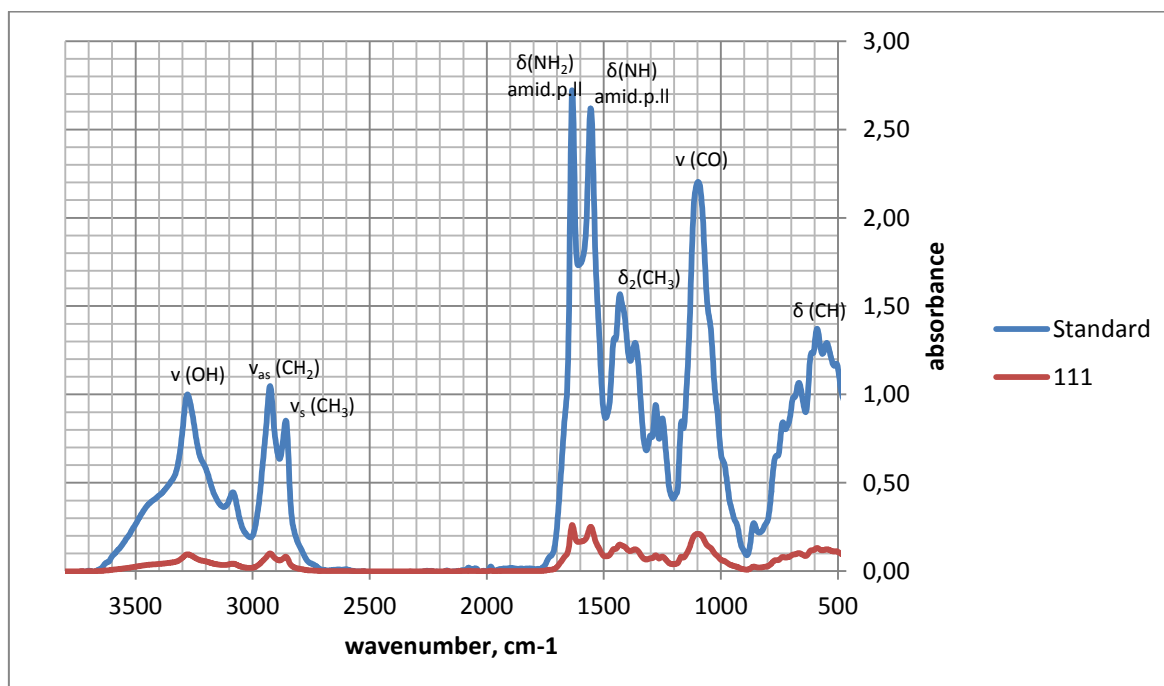
Délkové rozdíly při opakovaném praní (cm)					
Vzorek	121/1	121/2	121/3	121/4	121/5
Délka vlákna	26,9	24,6	21,0	14,0	12,9
Celkový průměr	19,9				

Celkově se při nejběžnějším praní 30°C/30min z textilu o hmotnosti 20 +/- 2g uvolní 1,6mg vláken o délce 25cm. Při jednom praní pětakilového prádla se uvolní vlákno o délce 62m a váze 0,4g. Pokud by rodina prala takové prádlo 8x za měsíc po celý rok, přičemž dle Českého statistického úřadu je v České republice 4,375 mil. hospodařících domácností, tak by díky praní bylo vyprodukováno 26 mil. km vlákna o hmotnosti 170 kg.

9.3 Uvolnění vodorozpustných látek

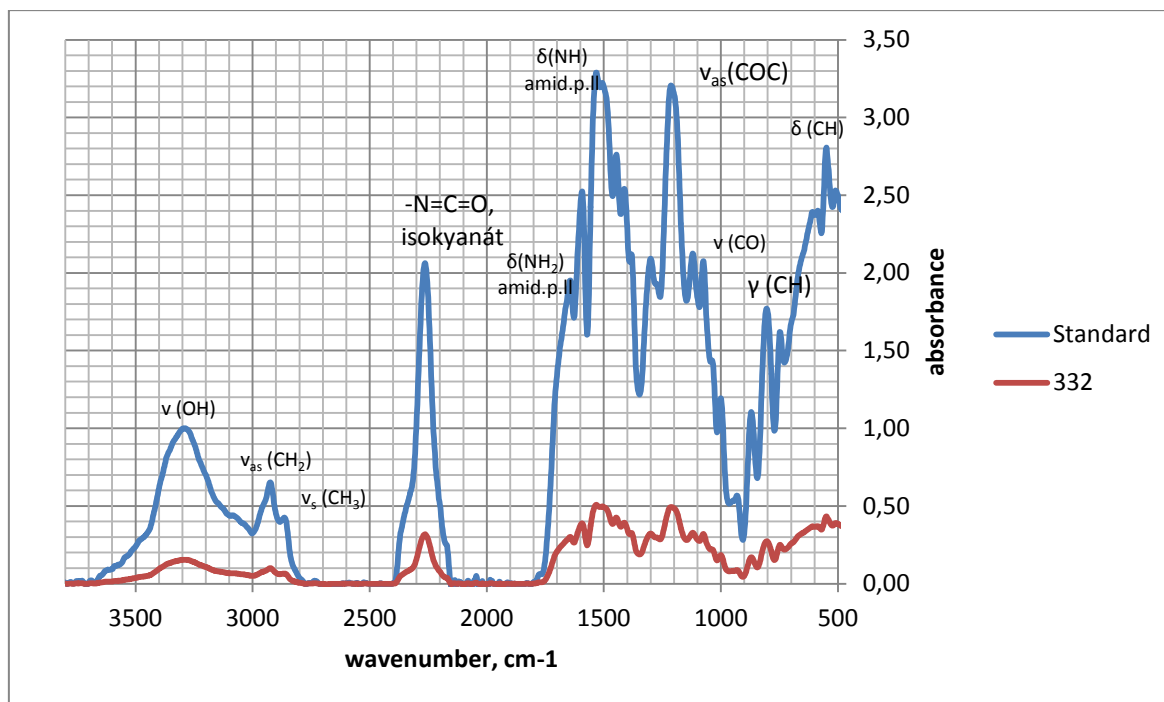
Během praní na 30°C/30min v destilované vodě se hmotnost vodorozpustné směsi uvolní v průměru 48,4 mg u nových vzorků a 12 mg u starých. Směs je podrobena infračervené analýze. Toto množství je výrazně vyšší, než tomu je u nerozpustných částic popisovaných výše.

Technika měří pohlcování infračerveného záření o různé vlnové délce. V tomto případě se nachází v intervalu od 3500 až 500 cm^{-1} . Při průchodu vzorkem dochází k absorpci infračerveného záření v rozmezí 0 až 3. Jde o složité směsi a výsledná podoba spektra může být výsledkem mnoha variant. Nicméně jednotlivé křivky vzorků se v mnohém neliší a lze porovnávat rozdíly mezi spektry, které obecně obsahují stejné nebo alespoň podobné skupiny jako jsou sekundární amidy, sírany fosforečnany, acetát (kovu), calcid, kůži, minerální olej či anorganické hydráty v odlišných poměrech.



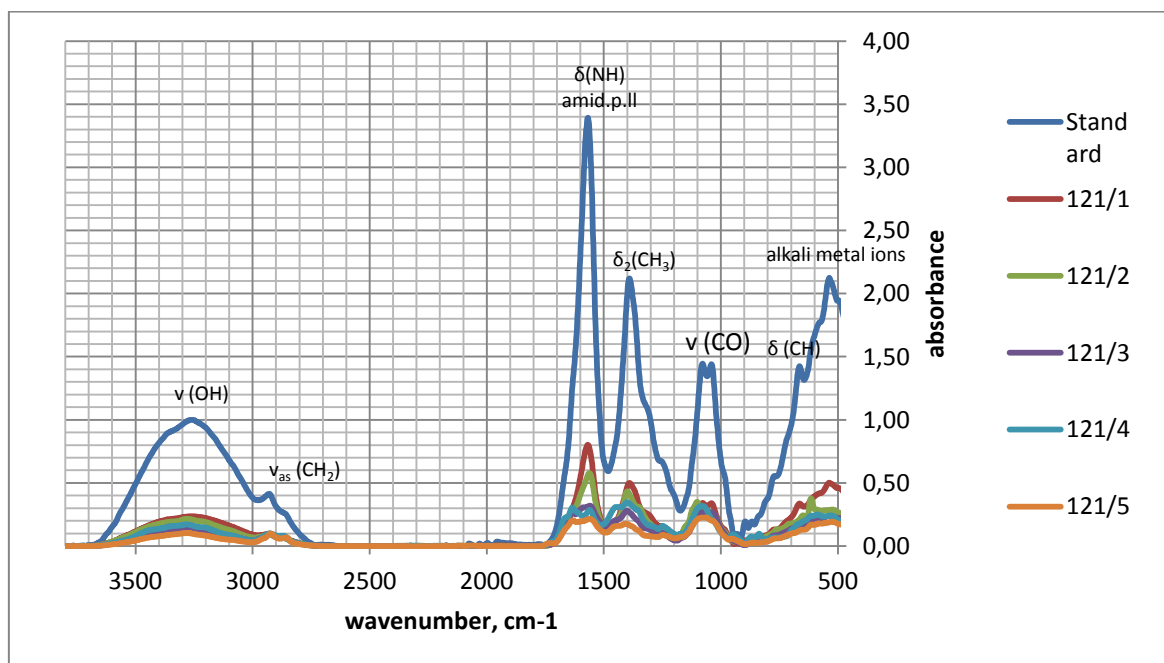
Obrázek 19 – Graf uvolněné směsi vzorku 111

Výjimkou je vzorek označen číslem 332, který vykazuje absorpci na vlnové délce 2260 μm (isokyanát).



Obrázek 20 – Graf uvolněné směsi vzorku 332

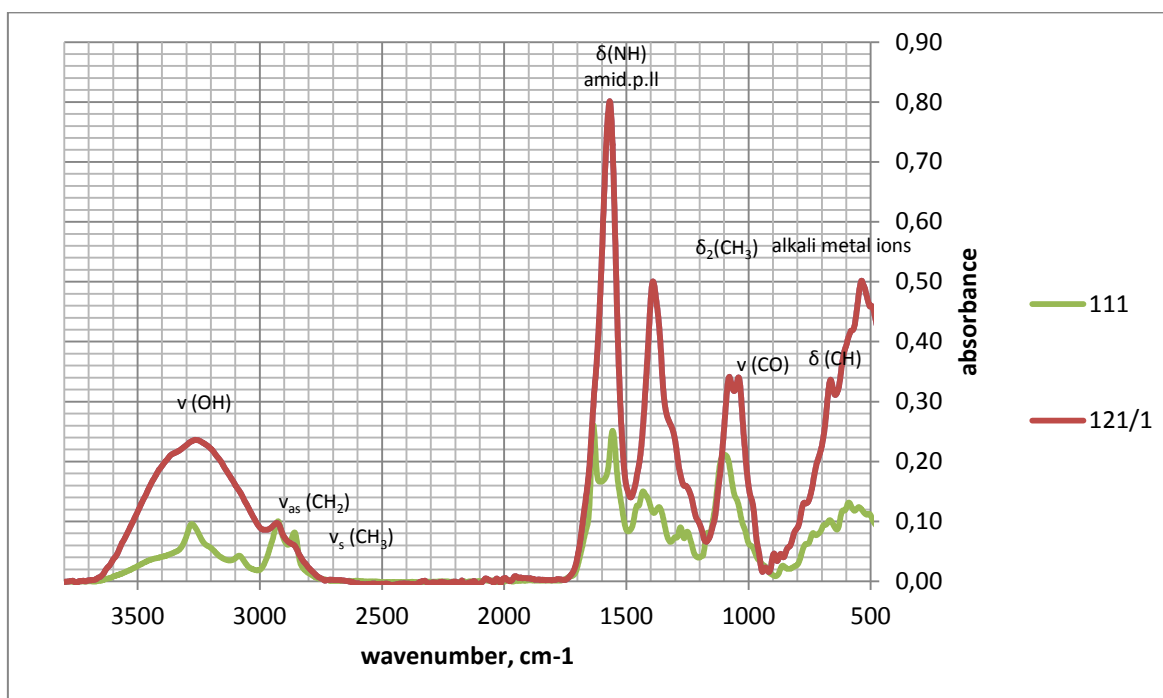
Dále na spektru opakovaného praní nového šedého vzorku je patrný trend postupného snižování každým cyklem pracího procesu.



Obrázek 21 – Graf uvolněné směsi při opakovaném praní vzorku 121

Šedé nové ponožky se vyznačovaly nadprůměrnou uvolněnou hmotností vodorozpustných látek. Rozdílem jednotlivých uvolněných látek nijak nevybočují. Jak

ukazuje graf poměr mezi bílou a zkoumanou šedou ponožkou od stejné značky stejného složení, jedná se pouze o uvolněné množství, které bylo 12x vyšší.



Obrázek 22 – Graf rozdílu mezi vzorkem 111 a 121

Závěr

Cílem bakalářské práce bylo vyvinout postup, který kvantifikuje emise z textilních vzorků při praní v podobě vodorozpustných látek a uvolněných vláken. Posoudit vliv opakovaného praní a opotřebení vzorků. Nakonec zhodnotit celkový nadhled této ekologické problematiky.

Teoretická část zkoumá vlákenné úlomky, které se dostávají do ekosystému, kdo se jimi zaobírá, proč je třeba problematice věnovat pozornost a jakými procesy se může ekologická otázka analyzovat.

Praktická část se zabývá popisem vzorků, které jsou vystavené procesu praní. Uvolněné látky jsou dále podrobené filtraci, kde se oddělí nerozpustné částice od rozpustných. Filtry s vlákennými úlomky a Petriho misky s chemickými látkami se zváží, což určí uvolněnou hmotnost odpadu. Dále se filtry naskenují a výsledné snímky se analyzují v programu ImageJ, kde se určí výsledné délky vláken pomocí histogramu. Zatímco obsah Petriho misek je podroben IR analýze.

Vzorky po jednom praní v destilované vodě po 30°C/30min uvolní z látky o hmotnosti 20 +/- 2g vlákno dlouhé 25cm, vážící 1,6mg. Pokud je opotřebovaná látka v neporušeném stavu, tak její rozdíl uvolněných pevných částic není nijak významný oproti novým, ačkoli nezanedbatelnou část tvoří sekundární nečistoty.

Na druhou stranu značný rozdíl v opotřebování textilu tvoří uvolnění vodorozpustných látek. U nových ponožek jde do odpadu 48,4 mg směsi o obsahu tvořící amidy, sírany fosforečnany, acetát (kovu), calcid, kůži, minerální olej či anorganické hydráty, u opotřebovaných vzorků je hmotnostní číslo obsahující obdobné látky 4x menší.

Ročně by za těchto podmínek na území České republiky při předpokladu, že by průměrná hospodařící rodina prala 5kilo prádla 8x měsíčně, odcházelo 27 mil. km vlákna vážící 170kg a 5 mil kg různé vodorozpustné směsi. Tuhle problematiku by mohl řešit účinný filtr zabudovaný přímo v pracích přístrojích.

Citovaná literatura

- [1] KRASINSKÝ, Jan. *Inteligentní a žáruvzdorné textilie a možnosti jejich využití [online]. Plzeň, 2013 [cit. 2019-03-20]. Dostupné z: <https://dspace5.zcu.cz/bitstream/11025/10071/1/DP%20Krasinsky%20-%20E11N0023K.pdf>. Diplomová práce. Západočeská univerzita v Plzni. Vedoucí práce Doc. Ing. Eva Kučerová, CSc.*
- [2] DRDOVÁ, Jana. Detergenty v životním prostředí [online]. Praha, 2005 [cit. 2019-03-20]. Dostupné z: <https://is.cuni.cz/webapps/zzp/detail/20757/>. Diplomová práce. Univerzita Karlova v Praze. Vedoucí práce Ing. Jan Hally, DrSc.
- [3] *Ekologie: Vědní disciplína. In: Wikipedie [online]. Editováno 11. 1. 2019 v 21:26. [vid. 13. 2. 2019]. Dostupné z: <https://cs.wikipedia.org/wiki/Ekologie>*
- [4] BROWNE, Mark Anthony, Phillip CRUMP, Stewart J. NIVEN, Emma TEUTEN, Andrew TONKIN, Tamara GALLOWAY a Richard THOMPSON. Accumulation of Microplastic on Shorelines Worldwide: Sources and Sinks [online]. 2011, 45(21), 9175-9179 [cit. 2019-03-20]. DOI: 10.1021/es201811s. ISSN 0013-936X. Dostupné z: <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/es201811s>
- [5] Pojem forenzní: Význam slova [online]. [cit. 2019-03-20]. Dostupné z: <http://slovník-cizich-slov.abz.cz/web.php/slovo/forezní-forensní>
- [6] *Mýdlo: Historie mýdla. In: Wikipedie [online]. Editováno 3. 5. 2018 v 17:54. [vid. 13. 2. 2019]. Dostupné z: <https://cs.wikipedia.org/wiki/M%C3%BDdlo>*
- [7] KOŽÍŠEK, František. Stanovisko Státního zdravotního ústavu: Národního referenčního centra pro pitnou vodu ke zprávě o výskytu mikroplastů v pitné vodě a jeho zdravotním riziku. *Státní zdravotnický ústav* [online]. Praha, 5. 9. 2018 [cit. 2019-03-21]. Dostupné z: <http://www.szu.cz/>
- [8] HOLÝ, Jan. *Mikroplasty v pitné vodě se řešit nebudou, filtrace by byla příliš drahá. Novinky.cz[online]. Praha: Borgis, 2019, 16. 9. 2018 [cit. 2019-03-24]. Dostupné z: <https://www.novinky.cz/domaci/483476-mikroplasty-v-pitne-vode-se-resit-nebudou-filtrace-by-byla-prilis-draha.html>*
- [9] VRTÍLKOVÁ, Tereza. PRACHOVÉ ČÁSTICE V PROSTŘEDÍ A JEJICH VLIV NA OSUD A TRANSPORT PERSISTENTNÍCH ORGANICKÝCH LÁTEK [online]. Brno, 2011 [cit. 2019-03-20]. Dostupné z:

- <https://is.muni.cz/th/koiti/BCprace.pdf>. Bakalářská práce. MASARYKOVA UNIVERZITA. Vedoucí práce Doc. RNDr. Jana Klánová, Ph.D.
- [10] XU, Yue, Yan-Lin ZHANG, Jun LI, et al. *The spatial distribution and potential sources of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) over the Asian marginal seas and the Indian and Atlantic Oceans. Journal of Geophysical Research: Atmospheres [online]. 2012, 117(D7), n/a-n/a [cit. 2019-03-20]. DOI: 10.1029/2011JD016585. ISSN 01480227. Dostupné z: <http://doi.wiley.com/10.1029/2011JD016585>*
- [11] WIESMANN, Udo, In Su CHOI a Eva-Maria DOMBROWSKI. *Fundamentals of biological wastewater treatment [online]. Hoboken, N.J.: Wiley-VCH, c2007 [cit. 2019-03-20]. ISBN 978-3-527-31219-1.*
- [12] BEDRNÍČKOVÁ, Gabriela. *Výhodnocení provozu čistírny odpadních vod [online]. BRNO, 2012 [cit. 2019-03-20]. Dostupné z: https://is.mendelu.cz/zp/portal_zp.pl?prehled=vyhledavani;podrobnosti=40228;download_prace=1. Bakalářská práce. MENDELOVA UNIVERZITA V BRNĚ. Vedoucí práce Ing. Tomáš Vítěz Ph.D.*
- [13] DERRICK, Michele R., Dusan STULIK a James M. LANDRY. *Infrared spectroscopy in conservation science [online]. Los Angeles: Getty Conservation Institute, c1999 [cit. 2019-03-20]. ISBN 08-923-6469-6.*
- [14] *Chemické listy [online]. Praha: Česká společnost chemická, 2010, (104) [cit. 2019-03-20]. ISSN 0009-2770. Dostupné z: http://chemickelisty.cz/docs/full/2010_12_1226-1231.pdf*
- [15] ETTRE, Leslie S. a John V. HINSHAW. *Chapters in the evolution of chromatography. 2008. Hackensack, NJ: Distributed by World Scientific, c2008. ISBN 978-1-86094-943-2.*
- [16] Mikeš O. a kol.: *Laboratorní chromatografické metody; SNTL: Praha; 1980*
- [17] ALTMANN, Vlastimil. *Odpadové hospodářství. Ostrava: VŠB-Technická univerzita, 1996. Phare. ISBN 80-707-8372-9.*
- [18] BRONCOVÁ, Dagmar, ed. *Historie kanalizací: dějiny odvádění a čištění odpadních vod v Českých zemích. Praha: MILPO MEDIA, 2002. Z historie průmyslu. ISBN 80-860-9825-7.*
- [19] HLAVÍNEK, Petr, Jan MIČÍN a Petr PRAX. *Průručka stokování a čištění. Brno: NOEL 2000, 2001, 251 s., ISBN 80-86020-30-4.*

- [20] NOVOTNÝ, JIŘÍ. KANALIZAČNÍ PŘÍPOJKY NA STOKOVÉ SÍTI [online]. BRNO, 2016 [cit. 2019-03-20]. Dostupné z: https://www.vutbr.cz/www_base/zav_prace_soubor_verejne.php?file_id=134542. Bakalářská práce. VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ. Vedoucí práce Ing. PETR HLUŠTÍK, Ph.D.
- [21] Zákon č. 185/2001 Sb., o odpadech a o změně některých dalších zákonů (Pojem odpad)
- [22] PRÁŠIL, Miroslav. Ekologické aspekty textilních procesů. Liberec: Technická univerzita v Liberci, 1997. ISBN 80-708-3225-8.
- [23] NECHANSKÁ, Gabriela. VZDUCHOVÉ FILTRY VYSAVAČŮ [online]. Liberec, 2010 [cit. 2019-03-20]. Dostupné z: https://dspace.tul.cz/bitstream/handle/15240/4324/mgr_18527.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Diplomová práce. TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI. Vedoucí práce Ing. Jiří Chvojka.
- [24] HRŮZA, Jakub. ZLEPŠOVÁNÍ FILTRAČNÍCH VLASTNOSTÍ [online]. Liberec, 2005 [cit. 2019-03-20]. Dostupné z: <http://files.jakub-hruza.webnode.cz/200000122-ea57fec4bc/Zlep%C5%A1ov%C3%A1n%C3%AD%20filtra%C4%8Dn%C3%ADch%20vlastnost%C3%AD%20vl%C3%A1kenn%C3%BDch%20materi%C3%A1l%C5%AF.pdf>. Kandidátská disertační práce. Technická Univerzita v Liberci.
- [25] Pentair. Filtration [online]. © 2015 [cit. 2019-03-20]. Dostupné z: <https://www.pentairaquaeurope.com/application/filtration>
- [26] HARAŠTOVÁ, Adéla. Ověření stupně degradace biologicky rozložitelných obalů v čase [online]. Brno, 2012 [cit. 2019-04-13]. Dostupné z: https://is.mendelu.cz/lide/lovek.pl?zalozka=13;id=10003;studium=49172;zp=30424;download_prace=1. Diplomová práce. Mendelova univerzita v Brně. Vedoucí práce Ing. Bohdan Stejskal, Ph. D.
- [27] KOTLÁRIKOVÁ, JAROSLAVA. NÁVRH MARKETINGOVÉ STRATEGIE PROZNAČKU WEPON [online]. Technická univerzita v Liberci, 2012 [cit. 2018-03-25]. Dostupné z: http://docplayer.cz/802481-Technicka-univerzita-v-liberci-fakulta-textilni-bakalarska-prace.html#show_full_text. Bakalářská práce. Technická univerzita v Liberci. Vedoucí práce Ing. Marie Havlová, Ph.D.
- [28] MATĚJKA, Pavel. Techniky měření a interpretace IČ a Ramanových spekter:

- základy vibrační spektroskopie trochu jinak. In: Docplayer [online]. Praha: docplayer, © 2019 [cit. 2019-03-24]. Dostupné z: <https://docplayer.cz/40484494-Techniky-mereni-a-interpretace-ic-a-ramanovych-spekter-zaklady-vibracni-spektroskopie-trochu-jinak.html>
- [29] HOLÝ, Jan. České řeky jsou plné mikroplastů, dostávají se i do lidí. Novinky.cz [online]. Praha: Borgis, 2019, 24. 3. 2019 [cit. 2019-03-24]. Dostupné z: <https://www.novinky.cz/domaci/500563-ceske-reky-jsou-plne-mikroplastu-dostavaji-se-i-do-lidi.html>
- [30] VOPAFA, Lukáš. ADHEZE PNEUMATIK A JEJÍ MĚŘENÍ [online]. Praha, 2013 [cit. 2019-03-21]. Dostupné z: https://www.fd.cvut.cz/projects/k622x1a/downloads/zaverecne_prace/bp_vopava_2013.pdf. Bakalářská práce. ČVUT v Praze. Vedoucí práce Ing. Tomáš Mičunek, Ph. D.
- [31] Filtry s regenerací on-line typ HFH a HFHV: technická dokumentace. In: VÁHOSERVIS [online]. Brno: VÁHOSERVIS, 1983 [cit. 2019-03-24]. Dostupné z: http://www.filtrzeos.cz/Web/CZ/produkty_filtry_jeton.htm
- [32] NAVRÁTIL, Pavel. Počítačová grafika a multimédia. Kralice na Hané: Computer Media, 2007. ISBN 978-80-86686-77-6.
- [33] Bitmapová grafika [online]. © 2005–2019 [cit. 2019-03-20] Dostupné z: <http://www.adaptic.cz/znalosti/slovnicek/bitmapova-grafika/>
- [34] Bitmapová grafika: Vlastnosti [online]. [cit. 2019-03-20]. Dostupné z: https://wikisofia.cz/wiki/Bitmapov%C3%A1_grafika
- [35] Bitmapová grafika: Základní grafické formáty [online]. [cit. 2019-03-20]. Dostupné z: https://wikisofia.cz/wiki/Grafick%C3%BD_form%C3%A1t
- ChemPoint. Využití infračervené spektroskopie pro identifikaci archeologických materiálů. In: <http://www.chempoint.cz/>. [online] © 2018 [vid. 21. 3. 2019]. Dostupné z: <http://www.chempoint.cz/vyuziti-infracervene-spektroskopie-pro-identifikaciarcheologickych-materialu>

Seznam příloh

Příloha 1 – Pojem odpad.....	53
Příloha 2 – Barevná hloubka	54

Příloha 1 – Pojem odpad

(1) Odpad je každá movitá věc, které se osoba zbavuje nebo má úmysl nebo povinnost se jí zbavit a přísluší do některé ze skupin odpadů uvedených v příloze č. 1 k tomuto zákonu.

(2) Ke zbavování se odpadu dochází vždy, kdy osoba předá movitou věc, příslušející do některé ze skupin odpadů uvedených v příloze č. 1 k tomuto zákonu, k využití nebo k odstranění ve smyslu tohoto zákona nebo předá-li ji osobě oprávněné ke sběru nebo výkupu odpadů podle tohoto zákona bez ohledu na to, zda se jedná o bezúplatný nebo úplatný převod. Ke zbavování se odpadu dochází i tehdy, odstraní-li movitou věc příslušející do některé ze skupin odpadů uvedených v příloze č. 1 k tomuto zákonu osoba sama.

(3) Pokud vlastník v řízení o odstranění pochybností podle § 78 odst. 2 písm. h) neprokáže opak, předpokládá se úmysl zbavit se movité věci příslušející do některé ze skupin odpadů uvedených v příloze č. 1 k tomuto zákonu,

a) která vzniká u právnických osob nebo fyzických osob oprávněných k podnikání jako vedlejší produkt při výrobě nebo přeměně energie, při výrobě nebo nakládání s látkami nebo výrobky nebo při jejich využívání nebo při poskytování služeb, nebo

b) jejíž původní účelové určení odpadlo nebo zaniklo.

(4) Osoba má povinnost zbavit se movité věci, příslušející do některé ze skupin odpadů uvedených v příloze č. 1 k tomuto zákonu, jestliže ji nepoužívá k původnímu účelu a věc ohrožuje životní prostředí nebo byla vyřazena na základě zvláštního právního předpisu

Příloha 2 – Barevná hloubka

- barva je jedním ze základních atributů pro definici obrazu. dává, Barevná hloubka udává, kolik barev se současně na obrazovce může zobrazit:

- 2 barvy (1 bitová barva, mono color, ...0 = černá a bit 1 = bílá)
- 16 barev (4 bity)
- 256 barev (8 bitů)
- 32 768 barev (15 bitů, low color)
- 65 536 barev (16 bitů, high color)
- 16,7 milionů barev (24 bitů, true color, věrné zobrazení)
- True color - termín "true color" se používá, protože lidské oko je schopno rozlišit 16,7 milionů různých barevných odstínů RGB (256x256x256)
- 294 967 296 barev (32 bitů, super true color)
- 281,5 biliónů barev (48 bitů, deep color) (35)